15
А 64

Б. Г. АНАНЬЕВ

ТЕОРИЯ ОЩУЩЕНИЙ

ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛЕНИНГРАДСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
1961

ЛЕНИНГРАДСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ А. А. ЖДАНОВА

Б. Г. АНАНЬЕВ

ТЕОРИЯ ОЩУЩЕНИЙ

ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛЕНИНГРАДСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
1961

Печатается по постановлению
Редакционно-издательского совета
Ленинградского университета

Книга представляет собою обобщение научных данных об основных видах ощущений: зрительных, слуховых, вибрационных, тактильных, температурных, болевых, мышечно-суставных, статико-динамических (равновесия и ускорения), обонятельных, вкусовых и внутриорганических. В работе излагается общее учение об ощущениях и их механизмах, дается классификация ощущений и приложение теории ощущений к разным областям практики.

Книга рассчитана на философов, психологов, физиологов, врачей, педагогов, художников и других специалистов, а также студентов и аспирантов вузов.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема ощущений является общей проблемой философии, естествознания и психологии, а также ряда других наук и областей практики.

Первоначально учение об ощущениях возникло в составе философского знания как часть материалистической теории познания. Борьба материализма против идеализма определила историю философского учения об ощущениях, причем положительное знание об ощущениях человека складывалось под прямым влиянием материалистического понимания познания в целом, непосредственно-чувственного познания в частности.

Опытное изучение источников и закономерностей ощущений человека первоначально возникло в более общих науках о природе — астрономии и физике. С развитием космогонических учений на основе гелиоцентрической теории и оптической техники астрономы уделяли особое внимание объективности визуальных наблюдений и основанных на них расчетов.

Соотношение света и зрения оказалось одной из важнейших проблем, с решением которой были связаны коренные вопросы научного наблюдения и техники измерения в астрономии. С прогрессом физики выделилась область оптики, которая включила в себя не только исследования природы света и цвета, но также и определенный аспект природы человеческого зрения. Подобным же образом возникло специальное учение о слухе как часть акустики, на основе которой в дальнейшем сложилась физиологическая акустика.

Но уже в первой половине XIX в. центр научных исследований ощущений переносится из физики в физиологию и психологию, хотя в области физики продолжают разрабатываться многие вопросы учения об ощущениях. Примечательно, однако, что такой «перенос» произошел благодаря применению физических методов исследования в физиологии органов чувств

и экспериментальной психологии. Известно, что самый крупный вклад в создание физиологии органов чувств, как это отметил Сеченов, был совершен выдающимся физиком Гельмгольцем, основоположником физиологической оптики и физиологической акустики.

Подобное развитие отмечается и в психологии. Столетие назад физик Фехнер начал строить новую для того времени науку, находящуюся на границах физики и психологии, — психофизику.

Во второй половине XIX в. физиология органов чувств и экспериментальная психофизика достигли весьма больших успехов, оказавших значительное влияние на многие смежные области естествознания, медицины, педагогики и т. д.

В последующем развитии науки эспериментальное изучение охватывало различные виды ощущений. Результатом этого изучения было открытие ранее неизвестных видов и разновидностей чувственного познания, их механизмов и истории развития. К физиологии органов чувств и психофизике примыкают анатомия и морфология, эмбриология, эволюционная биология, клиническая медицина, дефектология, экспериментальная дидактика и другие науки.

В каждой из этих наук складывается конкретная теория ощущений или ее своеобразное приложение. Вместе со специализацией и дифференциацией наук происходит все возрастающее обособление родственных учений об ощущениях, нарушающее целостный характер научных знаний об их природе. В условиях растущего кризиса буржуазной идеологии подобное обособление, особенно между физикой, физиологией и психологией, сопровождалось рядом идеалистических спекуляций, в том числе махистских (эмпириокритических), искажавших суть научных знаний об ощущениях. Все более отрицательно сказывались на ходе экспериментальных исследований ощущений дуалистические концепции Гельмгольца и Фехнера, идеалистический характер их общих концепций.

Но материалистическое естествознание нашло в себе силы, противостоящие этим концепциям. Великая историческая заслуга Сеченова, продолжавшего в естествознании линию русского философского материализма, заключалась в создании материалистической рефлекторной теории, объединившей прогрессивную физиологию и психологию. Новый этап в развитии этой теории, объединившей далее эволюционную биологию, медицину и педагогику, связан с возникновением и развитием физиологии высшей нервной деятельности, с ее учением об анализаторах, в которое вошла в качестве составной части ранее сложившаяся физиология органов чувств.

На общей почве рефлекторной теории Сеченова — Павлова

происходит объединение многих наук, изучающих ощущения человека, познавательную деятельность в целом.

Вместе с тем в современной науке происходит обратный переход от психологии и физиологии к более общим областям естествознания, а также к математике и техническим наукам. Приобретает все большее значение биофизика с ее количественными закономерностями, возникают новые комплексные дисциплины — кибернетика и теория информации, в которых математика, физика (электроника), техника соединяются с физиологией и психологией, поскольку перед кибернетическими машинами ставится задача моделирования мозговой деятельности человека, воспроизведение связей между анализаторами, замыкательными и исполнительными (эффекторными) приборами.

Так, в самом общем виде представляется логика развития учения об ощущениях, основное ядро которого сложилось в системе физиологии и психологии. Из вышеизложенного ясно, что этим ядром не ограничивается общая сумма современных научных знаний об ощущениях. В действительности эта сумма слагается из весьма разнородных, подчас распыленных масс знаний во многих областях современной науки. Все возрастающее значение имеют физические исследования, выясняющие источники различных ощущений, заключенные в природе света и цвета, звука и колебаний вообще, теплоты и т. д. Благодаря успехам химии, особенно органических соединений, стали развиваться физиолого-психологические исследования в области так называемых химических чувств (обоняния, вкуса, хеморецепции внутренней среды организма).

Разработка в математических и технических науках проблемы сигналов как фундаментальной проблемы кибернетики и теории информации вносит много нового в понимание природы информационной деятельности органов чувств и анализаторов, соотношения «входных» и «выходных» импульсов и т. д.

Отмеченный нами взаимопереход из области физики к физиологии и психологии, а от них вновь к физике составляет закономерный цикл развития учения об ощущениях, поскольку ощущения можно понять лишь как образы движущейся материи. Этот взаимопереход объективно выражает путь научного познания ощущений, объединяющего науку о природе и человеке, отражающем и преобразующем внешний мир. Замкнуть учение об ощущениях в системе физиологии и психологии так же невозможно, как невозможно его замкнуть в сфере оптики или акустики. Ощущения человека есть явление жизнедеятельности человека постольку, поскольку они являются отражением явлений внешнего мира, природы тех форм вещества и форм движущейся материи, воздействие

которых на органы чувств необходимо порождает ощущения в человеческом мозгу.

Поэтому не случайно все попытки замкнуть учение об ощущениях в какой-либо одной области знаний — или о внешнем мире, или о человеке — оказались несостоятельными. За такими попытками всегда обнаруживалась скудная или порочная философия в форме дуализма или последовательного субъективного идеализма. Обособление наук о человеке от более общих наук о природе стало избитым приемом идеализма, который нарочито сеет «иллюзионизм в науке», по удачному выражению Чернышевского, для того, чтобы толкнуть науку к союзу с теологией. Физиологический идеализм XIX в., физический идеализм XX в. и субъективная психология — продукты одного происхождения.

Не случайно, что в разных нюансах эти идеалистические концепции всегда возвращаются к излюбленному мотиву: ощущения есть не знания о явлениях внешнего мира, а знаки, символы, иероглифы, воздвигающие стену между человеком и этим миром. В конце концов эти «знаки» оказываются лишь сигналами внутренних состояний человеческого организма, самопереживаниями органов чувств. Современный философский идеализм, приспосабливаясь к достижениям науки, идет на то, чтобы признать, что «между психическим и физическим нет той пропасти, которую видит обыденный здоровый смысл», поскольку под физическим разумеется «физиологическая причинная цепь». [1]

Но он категорически отвергает возможность выведения этой физиологической причинной цепи из такого взаимодействия человеческого мозга и внешнего мира, в котором определяющее значение имеют воздействия внешнего мира. Поэтому ощущения, а тем более мысли человека вращаются в системе физиологической причинной цепи событий жизни самого организма, по отношению к которой внешние физические воздействия играют роль случайных поводов и толчков, побуждающих организм к той или иной деятельности.

Характерно, что в книге Рассела «Человеческое познание» проблема ощущений рассматривается только как физиологическая проблема в главе «Физиология ощущений и воление»

Однако это сделано, конечно, не по мотивам признания истинности материалистического учения Павлова, а в целях обоснования традиционного идеалистического тезиса о непознаваемости объективного мира.

Ответ на вопрос, являются ли ощущения образами (зна-

---

[1] Б. Рассел. Человеческое познание, его сфера и границы. М., ИЛ, 1957, стр. 75.

ниями) внешнего мира или они являются знаками внешних явлений и сигналами внутренних состояний, нельзя получить, оставаясь на почве только физиологии и психологии.

Научные доказательства обоснованного ответа на этот вопрос лежат в более широкой плоскости физики, физиологии и психологии.

Чем являются свето- и цветоощущения? Гадание на этот счет продолжается лишь до тех пор, пока мы не соотносим эти ощущения с природой света. Подобным же образом выясняются познавательные возможности слуха, когда мы соотносим их с природой звука, а обонятельные ощущения — с природой органических соединений, воздействующих на обонятельные приборы мозга и т. д.

Можно, конечно, изучать ощущения только как динамическое состояние анализаторной деятельности, ее нейродинамику как таковую. Возможно «чисто психологическое» описание фаз и моментов динамики ощущений и чувствительности. Но такое изучение не позволяет делать заключения о сущности ощущений, которую можно понять лишь в отношении к природе материальных явлений, составляющих их подлинные источники.

Иначе говоря, гносеологические отношения ощущений к объективной деятельности раскрываются лишь тогда, когда научное познание объединяет психологию и физиологию с более общими науками о природе.

Система доказательств образного, познавательного характера ощущений не может ограничиться данными физиологии и психологии, поскольку именно данные физики, химии и других более общих наук о природе необходимы для определения степени адекватности отражения в ощущениях тех или иных явлений объективного мира.

Этот вопрос о соотношении физического и физиолого-психологического в изучении ощущений неизбежно встал в центре внимания физиологии органов чувств и психофизики, когда возникло систематическое экспериментальное изучение ощущений. Иначе и нельзя было подойти к выяснению их закономерностей. Однако в силу ряда причин такое изучение ограничивалось исследованием количественных зависимостей между интенсивностью раздражения и интенсивностью ощущений, выраженных в пороговых величинах и знаменитом законе Вебера — Фехнера. Любопытно, впрочем, что иначе и нельзя было измерить интенсивность ощущений, как посредством физического измерения силы раздражителей. Но многочисленные поправки к этому закону, как и более глубокое изучение порогов ощущений и различения, привели к тому, что оставленная первоначально без внимания проблема *каче-*

ства стала выдвигаться на первый план. Оказалось, что количественные величины порогов существенно видоизменяются в зависимости от тех или иных качеств раздражителей.

Хотя и можно определить среднюю величину порогов цветоощущения, но она в действительности маскирует значительные различия, которые существуют между порогами ощущений красного или синего цвета, равно как крайне различны эти пороги в области высоких и низких тонов, различных запахов или температур.

Интенсивность ощущений стала рассматриваться в качестве своеобразной функции их качества. Но при этом возникло острое противоречие между экспериментальными данными и господствующими концепциями.

К ним относятся кантиантство и неокантианство, которые резко противопоставили качественность духовного мира (субъекта) количественному характеру внешнего мира. При таком понимании качества ощущения нельзя вывести из чисто количественных отношений между явлениями внешнего мира.

Еще большее затруднение возникло при сопоставлении массы экспериментальных данных с широко распространенным в философии учением о так называемых первичных и вторичных качествах. Согласно этому учению, начало которого ведут от Локка, хотя подобные идеи высказывались и раньше, первичными качествами являются те, которые свойственны внешним физическим телам, а вторичными — те свойства, которые возникают при взаимодействии органов чувств с этими телами. Но большинство из качеств ощущений относилось именно к «вторичным» качествам, т. е. производным свойствам, связанным с чувственной организацией человека.

Огромная масса экспериментальных данных не укладывалась в подобные разделения качеств на первичные и вторичные. Все более сомнительным представляется самый принцип такого деления, не говоря уже об отнесении того или иного вида ощущений к какой-либо группе.

Физиологические и психологические исследования объективно направлялись навстречу физическим исследованиям, без которых нельзя ответить на вопрос о соотношении качеств материального мира и их отражении в качествах ощущений.

Подобный же путь исследования стал необходимым для выяснения пространственно-временных компонентов ощущений, которые имеют своим источником пространство и время как форму существования материи.

Так можно видеть, что, возникнув в составе материалистической теории познания, учение об ощущениях возвращается в свое материнское лоно, бесконечно обогащенное разнообразными объективными научными знаниями.

Только в системе материалистической теории познания обеспечиваются принципиальные основы научного познания ощущений человека, построение общей для всех наук теории ощущений, связь между ними в изучении этих исходных форм познавательной деятельности человека, в том числе правильных соотношений между физикой, физиологией и психологией.

Опыт развития науки показал, что фехнеровский способ соединения физики и психологии, минуя физиологию, оказался ошибочным. К тому же самое отношение между физикой и психологией Фехнер представлял по дуалистической модели параллелизма физического и психического.

Но эта ошибка Фехнера стала толковаться как принципиальная невозможность объединения физики, физиологии и психологии. Лишь в самое последнее время в связи с успехами биофизики и кибернетики возникли поиски таких физико-физиолого-психологических исследований, хотя общей фундаментальной базы для взаимосвязей между этими науками зарубежные ученые еще не обрели. Между тем эта база есть: ею является именно марксистско-ленинская материалистическая теория познания.

Благодаря этой теории в общий состав научных знаний об ощущениях ныне входит и масса знаний, накопленных в разных областях практики работы с людьми.

Надо признать, что особенно много дала для развития учения об ощущениях практика, что нередко недооценивается в физиологии и психологии.

Практический опыт диагностики и лечения ряда заболеваний (глаз; уха, горла и носа; кожи; многих внутренних органов, при которых нарушается аппетит и вкус, интероцепция и т. д.), а особенно клиники расстройств чувствительности при мозговых заболеваниях, имел исключительное значение как для уяснения условий нормальной деятельности анализаторов, так и для понимания природы различных ощущений. Практический опыт обучения и воспитания людей с дефектами органов чувств (слепых, глухих, глухонемых и слепоглухонемых, людей с парализованными конечностями и др.) явился основным доказательством пластичности чувствующих систем мозга и возможности компенсации нарушенных сенсорных функций мозга.

Безграничные возможности сенсорного развития человека обнаружены педагогическим опытом в обучении и воспитании детей разных возрастов. Начиная с Яна Амоса Коменского, теоретическая и практическая педагогика использовала наглядность обучения как одно из важнейших средств умственного и физического воспитания.

Немаловажную роль сыграла производственная (промышленная и транспортная) практика в обогащении теории ощущений. Именно благодаря этой практике обнаружилась высокая сенсибилизация всех чувствующих приборов человеческого мозга, участвующих в том или ином производственном процессе. Именно производственная практика выделила особую роль не только зрительного, но и кинестетического контроля трудового процесса. Мышечно-суставные ощущения были глубоко изучены под влиянием запросов производственной практики, а также производственного опыта. Старые представления о лимитированных устройством органов чувств порогах ощущений были преодолены в значительной мере под влиянием производственного опыта, совершенствующего чувствительность человека и раздвигающие границы различительной деятельности анализаторов.

С прогрессом техники, особенно автоматизации производства, все большее значение приобретает управление приборами и связанная с ним ориентировка в сигналах об изменении технологических процессов. Физический труд при этом не отмирает, а качественно преобразуется, все более сближаясь с умственным трудом. Поэтому, вопреки предсказаниям некоторых теоретиков, сенсомоторные акты в производственных процессах не редуцируются, а приобретают все более сложный характер.

В условиях современного промышленного производства к человеку, в том числе и его сенсорной организации, предъявляются новые требования, которые реализуются благодаря высокому уровню общеобразовательно-политехнической подготовки и накоплению нового производственного опыта. Изучение сдвигов чувствительности и сенсибилизации в этих условиях обнаруживает массу новых, ранее неизвестных возможностей физического и умственного развития человека.

Заслуживает быть отмеченной особая роль транспортной практики, с которой связаны крупные открытия в области учения об ощущениях. Аварийность на железнодорожном транспорте привела к необходимости более точной диагностики цветового зрения, нормальное состояние которого является условием правильного и срочного распознавания цветовых сигналов на транспорте. Известно, что явление цветослепоты (так называемые цветоаномалии в виде протоаномалии и дейтероаномалии) было открыто благодаря изучению ряда случаев такой аварийности. С возникновением авиации возникли новые проблемы дальномерности видения и оптико-вестибулярных связей. Именно авиационная практика вызвала к жизни развитие так называемых статико-динамических ощущений (ощущений равновесия и ускорения), причем отбор

летных качеств предъявил особые требования к определению свойств вестибулярного аппарата. Опыт развития высоких скоростей в авиации позволил глубже проникнуть в природу этих ощущений, относящихся к самому стержню сенсорной организации человека.[2]

Вместе с тем этот опыт способствовал выявлению и экспериментальному изучению вибраторной или вибрационной чувствительности, значение которой выявилось также при изучении производственного опыта современной машиностроительной промышленности (в том числе благодаря обнаружению явлений этой чувствительности, сопутствующих производственным процессам при высоких скоростях резания металлов).

Многое из того, чем обладает современная наука в своих знаниях о вкусе и обонянии, добыто благодаря обобщению опыта труда в пищевой и парфюмерной промышленности. Все это необходимо отметить для понимания путей развития современного учения об ощущениях человека, связанных не только с теоретическим и экспериментальным изучением этой проблемы в науке, но и решением многих вопросов учения об ощущениях непосредственно на практике в различных областях общественно-трудовой деятельности людей. И именно в различных областях практики потерпела крах «знаковая» теория ощущений, оказавшаяся не только бесплодной, но и вредной для работы с людьми. В практике единственным верным орудием оказалась теория отражения и последовательно материалистическое учение об ощущениях как ее необходимая часть.

Именно поэтому проблема ощущений имеет актуальное значение не только для науки, но и для многих областей практики, жизни.

Каждая из этих областей практики и научных дисциплин подходит к изучению и использованию ощущений человека соответственно своим задачам и предмету исследования. Однако все больше испытывается потребность в общей теории ощущений, открывающей возможность комплексного изучения и комплексного использования сенсорных возможностей человека. Для создания такой теории недостаточна лишь систематизация современных научных знаний об ощущениях и обобщение практического опыта их использования и совершенствования. Больше того, такая систематизация сама должна основываться на общей концепции и принципах систематизации и обобщения, которые нельзя образовать путем простого сложения разных частных, причем весьма противо-

---

[2] В связи с развитием современной реактивной техники и подготовкой космических полетов особое значение приобретают идеи Циолковского об изменениях сенсорной организации человека.

речивых точек зрения частных наук и отдельных областей практики. Основой построения такой общей теории, определяющей систематизацию и обобщение знаний и практического опыта, может быть лишь теория познания марксистско-ленинского философского материализма.

Не случайно, что метафизический материализм даже на самой высокой ступени своего развития не мог создать общей теории ощущений, несмотря на то, что именно в его системе сенсуалистические принципы познания нашли наиболее полное воплощение. Однако, обособив ощущения от их источников в объективной действительности, метафизический материализм, особенно французский материализм XVIII в., открыл путь агностицизму, как это видно на примере одного из самых выдающихся памятников сенсуализма — «Трактата об ощущениях» Кондильяка.

В этом произведении осуществлен оригинальный путь построения общей теории ощущений и сенсорной организации человека, сделан важный шаг в теоретическом исследовании взаимосвязей и определенной иерархии отношений между известными тогда видами ощущений. Однако в том же труде Кондильяк замыкает все виды ощущений в самом субъекте, склоняется к агностицизму и тем самым делает уступку субъективному идеализму.

Известно, что философский идеализм считал проблему ощущения стоящей внимания только в том направлении, которое характеризуется как субъективный идеализм.

Первую попытку построения субъективно-идеалистической теории ощущений сделал Беркли в своем «Трактате о началах человеческого знания». Однако этой попыткой идеализм еще не скрывал свои кровные связи с теологией, борьба материализма против концепции Беркли была вместе с тем борьбой науки против религии.

Лишь в конце XIX в. субъективный идеализм пытался, воспользовавшись кризисом буржуазной науки, облечь свою концепцию ощущений в наукообразную форму. Это и было сделано Махом в его «Анализе ощущений», вошедшем в историю философии благодаря всемирно известной критике Лениным в его труде «Материализм и эмпириокритицизм». Махистское притязание на построение общей теории ощущений завершилось бесславным провалом, который был вместе с тем одной из самых блестящих побед философского материализма.

Именно в трудах Ленина, развившего диалектический материализм и его теорию отражения, содержится основа для теоретического обобщения современных знаний о человеческих ощущениях, в которой испытывают острую потребность многие научные дисциплины и области практики.

ГЛАВА I

МАТЕРИЯ И ОЩУЩЕНИЯ

Отражение как общее свойство материи

В своем труде «Материализм и эмпириокритицизм» Ленин писал: «Материализм в полном согласии с естествознанием берет за первичное данное материю, считая вторичным сознание, мышление, ощущение, ибо в ясно выраженной форме ощущение связано только с высшими формами материи (органическая материя) и „в фундаменте самого здания материи" можно лишь предполагать существование способности, сходной с ощущением».[1]

Ленин вновь возвращается к этой мысли, замечая в связи с критикой взглядов английского махиста Пирсона: «...логично предположить, что вся материя обладает свойством, по существу родственным с ощущением, свойством отражения».[2]

Критикуя махизм, создавший «лживую видимость» решения проблемы происхождения ощущения, Ленин писал: «Эта видимость лживая, ибо на деле остается еще исследовать и исследовать, каким образом связывается материя, якобы не ощущающая вовсе, с материей, из тех же атомов (или электронов) составленной и в то же время обладающей ясно выраженной способностью ощущения. Материализм ясно ставит нерешенный еще вопрос и тем толкает к его разрешению, толкает к дальнейшим экспериментальным исследованиям».[3]

Весь ход последующего развития естествознания показал, что идея отражения как общего свойства материи имеет глубокое основание и ведет к важным открытиям. Эта идея со-

---

[1] В. И. Ленин. Соч., т. 14, стр. 34.
[2] Там же, стр. 81.
[3] Там же, стр. 34.

держит в себе два аспекта. Первым из них является понимание ощущения, являющегося функцией органической материи как продукта развития всей материи, обладающей свойством отражения. С этой точки зрения ощущение есть высшая форма отражения, связанная со всей историей отражения на различных этапах развития материи. Следовательно, материальный генезис ощущений является одним из явлений единства материального мира, целостности природы, обладающей свойством отражения.

Этот аспект, являющийся историческим или генетическим, привлек наибольшее внимание современных естествоиспытателей. Под влиянием диалектического материализма с его историческими взглядами на отражение, являющееся свойством всех форм движущейся материи, естествоиспытатели активно ищут и открывают разнообразные феномены отражения в физических, химических, биологических (растительных и животных) закономерностях развития природы.

Другой аспект относится к взаимосвязи между неощущающей и ощущающей материей в структуре человека как высшего организма и субъекта познания. Подобная взаимосвязь является основным условием деятельности чувствующих систем мозга не только потому, что она есть прежде всего трансформация веществ и энергии внешнего мира, но и потому, что всякий орган чувств есть сложное материальное тело, относящееся именно к той форме движения материи, отражением которой является его деятельность. Это тело является подобием определенной формы движения материи; прежде чем в нем возникнут нервные процессы, возникают и развертываются физические и химические процессы, вполне подобные тем, которые составляют природу отражаемых внешних (физических или химических) явлений окружающего мира, воздействующих на данный орган чувств. Именно поэтому оптическая структура глаза или химические превращения вещества в обонятельных органах, акустическая структура уха или явление механической деформации кожных покровов тела организма по праву служат моделью определенных общих явлений природы.

В самом человеческом организме взаимодействуют «низшие» и «высшие» формы движения материи с их различными свойствами отражения. Из того положения, что специфичными для человека являются высшие формы, отнюдь не следует, что они могут существовать без «низших» (механических и физико-химических), составляющих их реальную основу. Развитие науки показало, что прогресс физиологии и биологических наук в целом во многом определяется успехами физики и химии организмов, в том числе физико-химических исследо-

ваний нервной деятельности, чувствующих систем человеческого мозга.

Диалектический материализм раскрывает единство материального мира, т. е. единство и взаимосвязь всех его явлений, различных форм движения материи, определяя их «иерархию» и взаимоподчинение. Механицизм игнорирует эту иерархию и качественные изменения движущейся материи, связанные с образованием высших форм на основе низших, точнее — более общих, с включением этих общих форм в новые связи высших или специальных форм движущейся материи.

Но понимание того, что эти специальные формы содержат в себе общие, а в данном случае физиологические функции органов чувств — физико-химические процессы, происходящие в этих органах, отнюдь не являются механистическим представлением.[4]

Механицизм не содержит в себе чего-либо иного, кроме сведения высшего к низшему и отрицания развития материи. Напротив, именно из диалектического материализма следует, что в человеческом организме определенным образом сочетаются и взаимопроникают друг друга все формы движения материи, среди которых определяющее значение имеют специфические функции человеческого организма, обусловленные его специально историческим развитием.

Весьма примечательно, что в классическом труде Маркса «Капитал», в котором наиболее полно представлено историко-материалистическое понимание общества и человека, дано «чисто физическое» толкование работы органов чувств человека на примере работы глаза. Маркс писал следующее: «...световое воздействие вещи на зрительный нерв воспринимается не как субъективное раздражение самого зрительного нерва, а как объективная форма вещи, находящейся вне глаз. Но при зрительных восприятиях свет действительно отбрасывается одной вещью, внешним предметом, на другую вещь, глаз. *Это* — физическое отношение между физическими вещами».[5]

В процессе человеческого ощущения подобные физические (и химические) отношения составляют самое общее условие деятельности органов чувств. Но эти отношения именно потому входят в самый состав деятельности рецепторов, что они являются более общими проявлениями свойства отраже-

[4] Весьма интересная постановка этого вопроса в свете диалектического материализма и достижений естествознания имеется в статье Г. М. Франка и В. А. Энгельгарта «О роли физики и химии в исследовании биологических проблем» («Вопросы философии», 1958, № 9). — См. также: С. Л. Рубинштейн. Бытие и сознание. М., Изд. АН СССР, 1957.

[5] К. Маркс. Капитал, т. I. Госполитиздат, 1952, стр. 78.

ния, высшим этапом развития которого является субъективное отражение в форме ощущений и мышления. Построения оптического изображения вещи в сетчатке глаза происходит по общим законам оптического отражения, но осуществляется оно в соответствии с внутренней природой глаза и мозга как особым образом организованной материей. Но и в данном случае такая спецификация оптического отражения является не исключением, а правилом. Физике известны различные прохождения света через изотропные и анизотропные вещества; прикладная лучевая оптика дифференцирует виды преломления света у одной сферической поверхности, в системе центрированных поверхностей и т. д.

В этом ряду глаз рассматривается как наиболее сложная оптическая система с учетом особенностей которой конструируются проектирующие, осветительные и другие оптические приборы.

Подобным же образом обстоит положение с любым рецептором: слуховым, обонятельным, тактильным и т. д. Не только их анатомическая организация (структура), но и их функции, являющиеся филогенетическим приспособлением к определенной форме вещества и форме движения материи, представляют собой подобия этих форм в высшем организме.

Следовательно, взаимодействие неощущающей и ощущающей материи является не только далеким прошлым филогенеза, но и самым общим условием жизнедеятельности человека, работы его органов чувств и мозга, необходимой чертой его бытия. И в жизни человека отражение как всеобщее свойство материи составляет основу субъективного отражения, первичным элементом которого является ощущение.

Марксистский философский материализм, открывший это свойство, впервые объяснил его природу, исходя из диалектического понимания причинности. В своей работе «Диалектика природы» Энгельс писал: «Первое, что нам бросается в глаза при рассмотрении движущейся материи, — это взаимная связь отдельных движений отдельных тел между собою, их *обусловленность* друг другом».[6]

Далее он указывал, что «*взаимодействие* — вот первое, что выступает перед нами, когда мы рассматриваем движущуюся материю в целом с точки зрения теперешнего естествознания».[7]

В процессе взаимодействия материальные тела необходимо отражаются одно в другом, в соответствии с внутренней природой каждого из них. Поэтому отражение, непосред-

---

[6] Ф. Энгельс. Диалектика природы. М., Госполитиздат, 1953, стр. 182.

[7] Там же, стр. 183.

ственно порождающееся и сопровождающее процесс взаимодействия материальных тел, составляет одно из коренных свойств материи в целом.

Для понимания этого свойства решающее значение имеет диалектико-материалистическая концепция движения, противоположная метафизической, механической концепции внешнего толчка как единственного источника движения. Между тем, как правильно отмечает Рубинштейн в своей книге «Бытие и сознание», движение, изменение возникает отнюдь не под влиянием внешнего толчка как одностороннего воздействия одной вещи на другую, а в результате взаимодействия тел. «Свойство отражения, которым обладает все существующее, выражается в том, что на каждой вещи сказываются те внешние воздействия, которым она подвергается; внешние воздействия обусловливают и самую внутреннюю природу явлений и как бы откладываются, сохраняются в ней;... каждое явление есть вместе с тем «зеркало и эхо вселенной». Вместе с тем результат того или иного воздействия на любое явление обусловлен внутренней природой последнего; внутренняя природа явлений представляет ту «призму», через которую одни предметы и явления отражаются в других. В этом выражается *фундаментальное свойство бытия*»[8] (курсив наш — *Б. А.*). Это прекрасное изложение сути марксистско-ленинского понимания отражения как общего свойства материи. Однако Рубинштейн, правильно выводя это свойство из взаимодействия материальных тел и явлений, все же неправомерно отождествил отражение и взаимодействие, упуская из виду, что отражение есть момент и продукт взаимодействия, не исчерпывающее все явления взаимодействия. Исходя из положения, что всякое действие есть взаимодействие, в котором внешнее воздействие преломляется через внутренние свойства подвергаемого этому воздействию тела, Рубинштейн формулирует свою мысль так: «Всякое *взаимодействие* есть в этом смысле отражение одних явлений другими».[9] Подобный ход мысли, отождествляющий взаимодействие с отражением, имеется и у некоторых других авторов. Так, например, Лапшин утверждает, что «так как обмен веществ организма со средой есть основное, необходимое условие жизни, *биологические изменения и процессы, протекающие внутри организма под действием внешних условий, представляют собой основной, определяющий момент биологического типа отражения* внешней среды».[10]

---

[8] С. Л. Рубинштейн. Бытие и сознание, стр. 11.

[9] Там же, стр. 10.

[10] О. В. Лапшин. Теория отражения и учение о развитии материи. «Вопросы философии», 1958, № 4, стр. 82.

Подобное расширенное толкование отражения осуществляется путем подстановки на место процесса жизнедеятельности и основной формы существования органической материи явления отражения. Но если продолжать далее такую тенденцию, то все жизненные функции (пищеварение, дыхание, кровообращение и т. д.) можно объявить видами биологического отражения, не говоря уже о любом акте приспособления организма к условиям внешней среды. Тогда по этому примеру любая химическая реакция или связь физических явлений есть частные случаи отражения. Но подобный подход подменяет реальное исследование явлений отражения, происходящих в процессах взаимодействия, дедуктивным подведением всех бесчисленных случаев взаимодействия к различным типам отражения. Но тогда «конечной» задачей естествознания является познание отражения, которое все же есть лишь свойство движущейся материи, как это подчеркивал Энгельс. Он писал, что «мы не можем пойти дальше познания этого взаимодействия именно потому, что позади него нечего больше познавать. Раз мы познали формы движения материи (для чего, правда, нам не хватает еще очень многого ввиду кратковременности существования естествознания), то мы познали самое материю, и этим исчерпывается познание».[11]

Лишь путем изучения различных форм движения материи в их взаимосвязи и взаимодействии возможно выделить реальные явления отражения как свойства материи, в том числе и особенно органической. Несомненно, прав Лапшин, когда он связывает «биологическое отражение» прежде всего с обменом веществ.

Однако надо еще исследовать условия, при которых обмен веществ производит явление отражения, сопровождается и подкрепляется этими явлениями.

Надо отметить, что в современной марксистской философской литературе наиболее обстоятельно и глубоко развита теория отражения болгарским ученым Тодором Павловым,[12] который впервые систематически исследовал связь между отражением и взаимодействием в природе. Хотя в его труде имеются положения спорные или просто уже не соответствующие современному состоянию естествознания, однако осуществленный им опыт теоретического исследования изменения видов отражения в физической, химической, биологической, социальной формах движения материи имеет важное значение для развития теории отражения в современных условиях. В частности, представляют интерес те переходы от раздражимости

[11] Ф. Энгельс. Диалектика природы, стр. 184.
[12] Т. Павлов. Теория отражения. М., ИЛ, 1949.

к возбудимости и чувствительности, которые рассматриваются Т. Павловым в виде качественных изменений единого процесса развития отражения как общего свойства материи.

Однако несомненно, что поставленная Лениным проблема требует для своего решения именно того пути, на который указывал Ленин: конкретных экспериментальных исследований разных явлений отражения как общего свойства материи в целом. Эта задача решается ныне всеми науками на основе диалектического материализма.

Развитие отражения как свойства материи может и должно изучаться в разных связях и отношениях.

Диалектический метод марксистского философского материализма является верным средством познания многообразия явлений отражения и их различных опосредований. Благодаря этому подходу уясняется не только связь, но и различие между двумя аспектами теории отражения, о которых говорилось выше.

Говоря старыми философскими терминами, один аспект лежит в плоскости онтологии, а другой — собственно гносеологии. Марксистско-ленинская теория познания, конечно, является теорией отражения, но эта теория не исчерпывается теорией познания.

Теория отражения в целом есть важное звено всей материалистической диалектики, всего учения о законах самодвижения материи. Теория познания есть учение о высших, специфически человеческих формах отражения (чувственном и логическом), являющихся свойствами особо организованной материи и общественно-исторического развития людей, их практики, являющейся критерием истины и теории познания. Но, как указывалось выше, в эти специфически человеческие высшие формы отражения входят общие, «низшие» формы отражения; взаимопроникновение общих и специфических форм отражения является проблемой как онтологической, так и гносеологической. Вместе с тем существуют специальные проблемы гносеологии, в том числе и проблема сущности ощущения, которые нельзя абсолютировать, отрывая их от онтологической природы отражения (как свойства бытия, материальной организации тел и их взаимодействия), но вместе с тем опасно растворять в онтологической плоскости.

Известно, что явления отражения имеются на всех этапах развития материи, они являются свойством всех форм движения материи. Однако отражение *становится познанием* только на высшей ступени развития материи. По отношению к познанию вся история развития отражения есть лишь предыстория, составляющая своего рода генетическую онтологию как основу теории познания. Как бы ни был решен наукой кон-

кретный вопрос о том, существуют ли у растений явления, сходные с ощущением или нет, от этого не изменится принципиальное решение вопроса о том, что познание есть специфически человеческое явление, интимно связанное с развитием общественно-трудовой практики. Но такие биологические исследования будут весьма обогащать философию в целом, способствовать углублению «онтологического» подхода к явлениям отражения.

Опасность отождествления онтологического и гносеологических аспектов в трактовке явлений возникает в связи с тенденцией ряда представителей американской кибернетики отождествить электронные процессы, происходящие в сложнейших автоматах с мозговой деятельностью человека, принципы которой моделируются в кибернетических машинах. Заметим, кстати, что создание таких машин имеет огромное теоретическое и практическое значение не только для техники и естествознания, но и для материалистической философии.

В этих машинах, как и во многих биологических исследованиях, доказывается единство всех форм отражения, практически воспроизводится физико-техническими средствами известная совокупность черт мозгового, рефлекторного отражения. В этом смысле кибернетика служит еще одним доказательством правильности теории отражения, ее верности для всех возможных случаев отражения, тем более в сложных материальных системах.

Однако не только основоположники кибернетики в США, но и некоторые советские теоретики в этой области не видят границ, хотя и относительных, как подчеркивал Ленин, между онтологическим и гносеологическим подходом к явлениям отражения. Нередко они рассуждают так: если кибернетическая машина решает сложнейшие задачи, причем с такими скоростями, которые невозможны для самого гениального человеческого ума, если они могут сами составлять задачи и решать их в бесконечном ряду вариаций, то почему эти машины не являются «думающими» и «ощущающими», причем без кавычек.

Маккей серьезно ставит «проблему образования понятий автоматами», а Медведев допускает «представление в конечном автомате».

Любопытно, что статья Медведева на эту тему помещена рядом со статьей Маккаллока и Питтса «Логическое исчисление идей, относящихся к нервной активности»,[13] в которой авторы приходят к выводу, что кибернетика обеспечивает

---

[13] См. сборник статей под редакцией Шеннона и Маккарти «Автоматы». М., ИЛ. 1956.

«конструктивное решение холистических проблем, включающих в себя дифференцированный континуум чувственных ощущений и нормативные, совершенствующие и разрешающие свойства восприятия и исполнения».[14] Следовательно, теологизм подразумевается как основная посылка таких конструкций, а детерминизм исключается за «непригодностью». В этом убеждает и другое положение этих авторов: «...Каждая идея и каждое ощущение реализуются активностью внутри нервной системы и что действительные возбуждения рецепторов не определены полностью никакой такой активностью».[15] Поэтому при расчетах и конструировании автоматов принимается во внимание свойство «нервной сети», которое мыслится как замкнутая саморегулирующая система, а «действительные возбуждения рецепторов» не входят в «логическое исчисление идей, относящихся к нервной активности». Не случайно, что в нейрологических концепциях кибернетиков причудливо сочетается материалистическая рефлекторная теория и идеалистическая концепция нервной спонтанности, против которой направлена рефлекторная теория.

Крайне важные для физиологии теоретические изыскания кибернетики в области обратных связей интерпретируются нередко так, что искажается рефлекторная теория, поскольку некоторые кибернетики всерьез отождествляют достигнутое ими моделирование мозговой деятельности с самой этой деятельностью, как деятельностью познавательной, поскольку для них равноправными становятся понятия «сигнал», «ощущение», «мысль», хотя между этими понятиями разница не только онтологическая, но прежде всего гносеологическая.

Если не принимать во внимание эту разницу, то «можно» ставить вопрос так, как это делает Полетаев: «чего не хватает машине для того, чтобы полноценно заменить размышляющего человека».[16] Путем весьма остроумных, причем реалистических предположений Полетаев строит интересную программу создания сложнейших роботов, даже иерархию роботов и организацию их «коллектива». Думается, что ничего фантастического в этой программе нет, хотя возможности кибернетики пока еще ограничены. Однако эти будущие роботы превращаются по существу в гносеологические машины, обладающие человеческим сознанием или, как предпочитают говорить некоторые почитатели кибернетики, «сверхчеловеческими возможностями».

Вот как описывает Полетаев такого будущего робота:

---

[14] Там же, стр. 382.
[15] Там же, стр. 382.
[16] И. А. Полетаев. Сигнал. М., Изд. «Советское радио», стр. 385.

«Сложный робот должен быть непосредственно связан с эффекторами — исполнительными органами, причем их включение должно производиться отдельно от «принятия решения», т. е. достижения окончательного состояния выходных сигнальных элементов робота. *Таким образом и ощущения, и реакция должны быть зафиксированы в памяти и существовать в виде сигналов, соответствующих реальным воздействиям и реакциям. Несомненно, что содержание памяти должно оказаться богаче, чем реальное поведение, так как на выход подаются только некоторые реакции, отобринные из большого числа возможных»*[17] (курсив наш. — *Б. А.*).

При чтении такого «психологического» текста, излагающего техническе перспективы, нельзя не вспомнить битвы, имевшие место в истории науки, связанные с борьбой против антропоморфизма в области не только ботаники, но и зоологии.

Вместе с тем нельзя не вспомнить и того, что преодоление антропоморфизма было одним из условий прогресса этих наук. Думается, что «психологизация» роботов есть только рабочий логический прием, а не действительное выражение гносеологических позиций представителей кибернетики и теории информации.

Но опасность, о которой говорилось выше, усугубляется в связи с тем, что одному из основных понятий этих наук — сигналу придается гносеологическое значение. В теории информации и кибернетике вообще сигнал образуется в результате определенного кода или шифра, из совокупности которых образуется программирование работы автоматов. Именно от качества и стройности такого программирования зависит успех работы автомата. Но если этот технический принцип программирования превращается в гносеологический принцип, то он не представляет ничего оригинального по сравнению со знаковой теорией («символов») физиологического идеализма.

Такое «превращение» представляет логический фокус, основанный на отождествлении *сигнала* и *знания* (чувственного или логического). Между тем сигнал в теории информации и кибернетике вообще есть кодированные или декодированные знания, образованные людьми в процессе научного познания и практики. Возможно построение таких автоматов, которые будут бесконечно варьировать связи между этими знаниями, которые вложил в них человек, развивая тем самым *человеческие* знания.

Между «сигналами» кибернетики и понятием сигнала в физиологии высшей нервной деятельности только внешнее терминологическое сходство. Сигнальный характер временных свя-

---

[17] И. А. Полетаев. Сигнал. М., Изд. «Советское радио», стр. 391.

зей мозга с окружающей средой есть важнейшая черта рефлекторной деятельности мозга, когда мы рассматриваем ее онтологически. Однако, как будет показано дальше, и физиологическое понятие сигнала не исчерпывает гносеологической сущности ощущений как образов объективной действительности.

Мы задерживались на критическом рассмотрении некоторых гносеологических притязаний кибернетики для того, чтобы показать противоречие между онтологическим вкладом кибернетики в теорию отражения и гносеологическими искажениями, возникающими вследствие непонимания различия между этими двумя аспектами теории отражения.

Теория ощущений есть часть теории отражения в целом. Следовательно, в ней обязательно сочетаются оба этих аспекта. В этой теории смыкаются две фундаментальные проблемы, поставленные Лениным.

В «Конспекте книги Гегеля «Лекции по истории философии» Ленин писал: «Сторонник диалектики, Гегель, не сумел понять *диалектического* перехода о т материи **к** движению, о т материи **к** сознанию — второе особенно. Маркс поправил ошибку (или слабость?) мистика».[18] В связи с этим Ленин формулирует две проблемы, которые являются фундаментальными философскими проблемами: «диалектичен не только переход от материи к сознанию, но и от ощущения к мысли etc».[19]

Диалектический переход от материи к сознанию осуществляется в форме ощущений. Внутренняя диалектика познания заключается в переходе от ощущений к мышлению на основе практики и языка. Обе проблемы, т. е. переход от материи к ощущению и от ощущения к мысли, имеют исключительное значение для теории познания Для разработки этих проблем необходимо развитие ряда научных дисциплин.

К этим областям знания Ленин отнес: историю познания вообще, следовательно, историю философии и историю отдельных наук, историю умственного развития ребенка, историю умственного развития животных, историю языка, психологию и физиологию органов чувств.

Эта великая программа дальнейшего развития теории познания и диалектики открывает исключительные перспективы не только для философии, но и отдельных наук, которые еще недостаточно взаимосвязаны друг с другом, развитие которых, если можно так выразиться, недостаточно гносеологически ориентировано. Об этом ясно свидетельствует односторонняя

---

[18] В. И. Ленин. Соч., т. 38, стр. 279.
[19] Там же.

биологическая ориентация «истории умственного развития животных», педагогическая ориентация «истории умственного развития ребенка», логико-лингвистическая ориентация «истории языка». Что касается психологии и физиологии органов чувств, составляющих ядро экспериментального изучения ощущений, то за последние годы фактически их отодвинули далеко от теории познания.

Заметим кстати, что Ойзерман в интересной статье «Диалектический материализм и гегелевская концепция совпадения диалектики, логики и теории познания» в общем верно отметил огромное значение ленинской программы для дальнейшего развития теории познания. Пожалуй только у Ойзермана и встречается эта оценка, отсутствующая в большинстве новейших философских работ.

Тем более странно, что Ойзерман счел возможным внести ограничение в эту программу, когда определил ближайшие задачи, стоящие, по его мнению, перед теорией познания. «Теория познания с точки зрения диалектического материализма, — пишет Ойзерман, — не может быть ничем иным, *кроме как* подытожением истории познания, истории наук и практической деятельности людей, ибо только благодаря такому подытожению действительной истории, реального опыта позания могут быть решены коренные гносеологические проблемы, не говоря уже о тех вопросах теории познания, сама постановка которых непосредственно связана с определенным этапом развития научного познания и общественной практики».[20]

Нетрудно заметить, что в таком толковании уже отсутствуют история умственного развития животных, ребенка, история языка, психология и физиология органов чувств, которые Ойзерман привел в изложении ленинской программы.

Но, конечно, такое сокращение ленинской программы существенно изменияет ее смысл. Ясно, что Ленин рассматривал будущее развитие теории познания в неразрывной связи с развитием всей теории отражения.

Об отличиях теории познания и психологии познания написано немало в философской литературе. Новые страницы вписал и Ойзерман, который, продолжая только что цитированную мысль, пишет следующее: «Этим, собственно, и отличается теория познания диалектического материализма от психологического учения о познании, которое занимается исследованием соответствующих психических функций человека,

---

[20] Т. И. Ойзерман. Диалектический материализм и гегелевская концепция совпадения диалектики, логики и теории познания. «Вопросы философии», 1958, № 1, стр. 109.

а не изучением совершаемого *человечеством* исторического процесса перехода от одного знания к другому, более глубокому. Диалектический материализм, конечно, *не может игнорировать* данные психологии и в особенности данные психологического учения о познании, имеющего громадное значение для диалектико-материалистической гносеологии. Однако отсюда, несомненно, следует, что изложение гносеологии диалектического материализма нельзя превращать в пересказ психологического учения об ощущениях, восприятии, мышлении, как это делается во многих популярных брошюрах и статьях по теории познания»[21] (курсив наш. — *Б. А.*).

Последнее заключение, несомненно, верно. К сожалению, и «пересказы» психологических знаний в таких философских работах далеки от современного состояния психологических и физиологических знаний.

Но нельзя не признать странным то противопоставление человека и человечества, которое Ойзерман считает границей между теорией и психологией познания. В «Материализме и эмпириокритицизме» Ленина, являющимся самым выдающимся трудом по марксистской теории познания, нет и намека на подобное метафизическое противопоставление. Не случайно именно в этой работе Ленин обращает особое внимание на сущность непосредственно-чувственного познания, отражения объективной действительности, на связь этой формы отражения с логическим познанием, на роль практики в общей диалектике процесса познания. Но если говорить об этой роли, то нельзя забывать глубокого ленинского замечания: «***Практика выше (теоретического) познания,*** ибо она имеет не только достоинство всеобщности, но и непосредственной действительности».[22]

Если следовать за Ойзерманом, то от практики отпадает эта «непосредственная действительность», а сохранится лишь «достоинство всеобщности». Отвлекаясь от реального человека, неизбежно теряем чувственный опыт, непосредственную связь сознания с объективной действительностью.

Неизбежным следствием такого отвлечения является рационализм, противоречащий диалектическому пониманию единства чувственного и логического в процессе познания.

Думается, однако, что в ряде случаев подобный рационализм является следствием недостаточности *обобщения* научных данных физиологии и психологии об ощущениях и восприятиях. Такое обобщение необходимо для правильной оценки роли чувственного познания и понимания состава или струк-

---

[21] Там же, стр. 109–110.

[22] В. И. Ленин. Соч., т. 38, стр. 205.

туры этого познания в свете современной науки. К тому же благоприятная почва для рационалистических взглядов возникает тогда, когда познание обособляется от истории отражения как общего свойства материи, особенно материи ощущающей.

О развитии ощущающей материи

Происхождение ощущений составляет сложную задачу современной науки, которую еще нельзя считать решенной. Бесспорным является факт, что ощущения имеются у всех организмов, обладающих нервной системой и органами чувств. Но из этого факта не следует, что ощущения отсутствуют на тех ступенях развития органической материи, где еще нет нервной организации. Известно, что такое заключение Дюринга вызвало критику Энгельса. В своем известном труде «Анти-Дюринг» Энгельс писал: «...Продуктом свободного творчества и воображения г. Дюринга является его утверждение, будто ощущение физиологически связано с существованием какого-либо, хотя бы и очень простого, нервного аппарата. Не только все простейшие животные, но еще и животно-растения — по крайней мере, большинство их — не обнаруживают никаких следов нервного аппарата. Только начиная с червей, впервые встречается, в виде общего правила, нервный аппарат, и г. Дюринг первый выступает с утверждением, что перечисленные животные организмы лишены ощущения, так как не имеют нервов. *Ощущение связано необходимым образом не с нервами, но, конечно, с некоторыми, до сих пор не установленными более точно, белковыми телами»*[23] (курсив наш. — *Б. А.*). Напомним, что и самую жизнь Энгельс определял как «форму существования белковых тел». Ощущения связываются Энгельсом с жизнью и обменом веществ, с организованной материей в целом, обладающей общим свойством отражения в форме ощущений. Такова общебиологическая концепция, открывающая исключительные перспективы для генетического изучения ощущений. Однако в этой области много трудностей, которые не удалось еще преодолеть современному естествознанию.

Одна из этих трудностей заключена в исследовании внутренних изменений организма, возникающих в процессе взаимодействия его с окружающей средой и являющихся отражением этой среды. Стремясь исключить возможность субъективного антропоморфизма, который наносит большой ущерб науке, естествоиспытатели нередко ограничивают изучение поведения организмов внешними реакциями на внешние раз-

---

[23] Ф. Энгельс. Анти-Дюринг. М., Госполитиздат, 1950, стр. 75.

дражения. Так, например, Леб своим учением о тропизмах, пользуясь преимущественно физическим методом, счел возможным свести поведение к этим отношениям между раздражителем и внешней реакцией, игнорируя внутренние изменения, связанные с обменом веществ между организмом и средой.

Однако Леб принужден был констатировать, что из всей жизнедеятельности даже самых элементарных организмов выделяется особая сфера поведения, как их ориентация в окружающей среде и приспособление посредством такой ориентации к окружающей среде.

Современные биохимические исследования позволяют предполагать, что каждое подобное приспособление характеризуется сложными химическими превращениями вещества и энергии внешних тел в материальную природу самого организма; метаболические вихри, сопровождающие такие отношения организма и среды, оставляют следы в самой организации живого тела, влияют на последующие акты приспособления. Но все это, характеризующее поведение растений и низших животных, содержит в себе необходимые черты внутреннего отражения, с которым связан генезис ощущений. Игнорирование или забвение этих черт приводит не только к отрицанию поведения как особой формы жизнедеятельности, но и самой жизни, как на это правильно указал Тодор Павлов, который пишет следующее: «...Многие биологи совсем упускают из вида, что внешне ответные реакции не исчерпывают данного вопроса (объективного объяснения поведения. — *Б. А.*), что в связи с ними и на их основе организм отражает вещи также и внутренне, сохраняя более или менее и организацию (более или менее), следы отражения, которые, будучи уже накопленными и организованными, оказывают определенное влияние на все поведение организма, и при этом тем сильнее и заметнее, чем сложнее, подвижнее и активнее организм».[24]

В этом смысле безусловно прав Лапшин, связывающий отражение как свойство органической материи с обменом веществ и внутренними следами внешней среды в структуре живого тела.

Несомненно, что и у растительных организмов есть внутренняя сторона поведения, связанная со сложной динамикой обмена веществ. Эта внутренняя сторона отражения определяется раздражимостью организма как его коренным свойством, а не только раздражением со стороны внешнего тела.

«Свойство организмов реагировать на внешние раздраже-

---

[24] Т. Павлов. Теория отражения, стр. 72.

ния, — пишет Леонтьев, — т. е. приходить под влиянием изменений среды в состояние деятельности, называется *раздражимостью*. Раздражимость есть, следовательно, фундаментальное свойство всякой живой материи; она является необходимым условием обмена веществ, а значит, и самой жизни.»[25] Добавим к этому правильному определению, что раздражимость *становится* таким условием постольку, поскольку она есть *продукт* развития обмена веществ.

Леонтьев считает, что чувствительность как способность к ощущению возникает только на определенной ступени эволюции раздражимости, а именно тогда, когда «более высоко развитые организмы становятся раздражимыми не только по отношению к таким воздействиям среды, с которыми *непосредственно* связано поддержание жизни, но также и по отношению к таким воздействиям, которые *сами по себе* не в состоянии определить ни положительно, ни отрицательно их ассимилятивную деятельность. Так, например, лягушка поворачивает свое тело в направлении легкого шороха; она, следовательно, раздражима по отношению к данному воздействию. Однако энергия этого звука, воздействовавшего на лягушку, не ассимилируется им и *непосредственно* вообще не определяет поддержание его жизни».[26]

Известно, что растительный организм ассимилирует световую энергию внешней среды путем фотосинтеза; однако такое усвоение света отнюдь не есть зрение, посредством которого животный организм ориентируется в окружающей среде.

Леонтьев рассматривает чувствительность как особую форму раздражимости, имеющую свою специальную функцию, которая заключается в том, что «организм оказывается способным приспосабливаться к предметной среде, отражая ее многообразные свойства, которые служат ориентирующими признаками потребного, искомого или, наоборот, угрожающего — того, чего необходимо уберечься».[27]

Возникновение и развитие чувствительности связано с существенными изменениями самой органической материи, со своеобразным раздвоением жизнедеятельности, которое верно подметил Леонтьев. «С одной стороны, — пишет Леонтьев, — выделяются процессы, с которыми непосредственно связано поддержание и сохранение жизни. Эти процессы составляют первую основную форму жизнедеятельности. В ее основе лежат явления первичной раздражимости организмов. С другой стороны, выделяются процессы, прямо не несущие функции

---

[25] А. Н. Леонтьев. Очерк развития психики. М., 1947, стр. 13.
[26] Там же, стр. 15.
[27] Там же, стр. 15

поддержания жизни и лишь посредствующие связь организма с теми свойствами среды, от которых зависит его существование. Они составляют особую форму жизнедеятельности — форму соотносящей деятельности организма. В ее основе лежит чувствительность организмов, т. е. психическое отражение ими свойств материальной среды, благодаря которому они ориентируются в ней».[28]

Гипотеза Леонтьева представляется весьма плодотворной для научных поисков, так как выделяет объективные признаки различия между раздражимостью и чувствительностью как ее высшей формой, хотя не решает все вопросы, связанные с определением структурно-динамических свойств ощущающей материи.

Необходимы многие исследования для ответа на вопрос, с какими структурными особенностями органической материи связано ее становление как материи ощущающей. Дифференциация органов чувств, с которой связана дифференциация ощущений, есть явление, относящееся к возникновению и развитию центральной нервной системы, т. е. явление, довольно позднее в развитии органического мира. Надо полагать, что чувствительность как особая форма раздражимости возникает раньше образования специальных нервных аппаратов отражения. К тому же известно, что и самые эти аппараты возникали не одновременно, а последовательно в разных биологических связях. Дифференциации органов чувств как особых нервных приборов предшествовало выполнение функции чувствительности теми тканями и органами живого тела, которые, по Леонтьеву, несут функции непосредственного приспособления и основных жизненных процессов.

Можно думать, что специальному развитию чувствительности предшествует ее общее, диффузное развитие.

В этом отношении представляет особый генетический интерес вибрационная чувствительность, которая открыта и в человеческом организме позже всех других видов чувствительности.

Но исследование вибрационной или вибраторной чувствительности у человека открывает возможность нового подхода к эволюции чувствительности вообще.

Этот вид чувствительности является самым диффузным, причем до такой степени, что его трудно отделить от других. Так, например, вибрационная чувствительность тесно связана со слуховой чувствительностью, причем орган слуха человека выполняет обе функции, хотя они весьма противоречивы: ви-

---

[28] Там же, стр. 19.

браторная реакция тормозит слуховую; при поражении слуховых функций вибраторные реакции растормаживаются.

Однако приурочить вибраторную чувствительность только к деятельности слуховых органов не удалось. Оказалось, что эта чувствительность свойственна в еще большей мере кожному покрову тела человека, где она тесно переплетается с тактильной чувствительностью, причем в любом участке тела. Здесь также отмечаются противоречивые отношения: тактильная реакция «гасит» вибраторную, а вибраторные реакции растормаживаются при анестезии или гиперестезии.

Но еще более показательно, что вибраторная чувствительность оказалась свойственной всем мышцам, сухожилиям, сосудам и костной системе. Бехтерев имел основание для вывода, что вибраторная чувствительность человека есть общее свойство всех тканей его тела.

Эта «общетканевая» концепция вибрационной или вибраторной чувствительности может быть одним из подступов к пониманию биологического генезиса чувствительности вообще, которая осуществляется не только специализированным органом чувств, но и организованной материей в целом.

Вибраторные реакции паука, почти мгновенно отвечающего на колебания своей паутины, в которую попала его жертва, или поразительный по ориентированности полет летучих мышей, необычайно тонко реагирующих на колебания упругой среды, — явления именно такого порядка. Эти явления нельзя полностью локализовать только в особых специализированных органах чувств, но не находят до сих пор особого органа подобной чувствительности, так как она, несомненно, осуществляется всеми тканями тела организма в целом.

Можно предположить, что подобная диффузная механическая чувствительность, т. е. чувствительность к механическим изменениям окружающей среды, была и есть общая форма чувствительности живого тела, объединяющая внешнюю и внутреннюю среду организма, поскольку и во внутренних полостях тела колебания упругой среды производят соответствующие изменения.

Из вибрационной деятельности возникают тактильные и слуховые ощущения, играющие важную роль в более тонкой ориентировке организма во внешней среде.

Подобным же образом происходит возникновение обоняния, вкуса и хеморецепции внутренней среды из общей химической чувствительности, первоначально разлитой по всей поверхности тела, как это ясно отмечается у моллюсков и рыб.

Общая механическая и химическая чувствительность живых тел, т. е. их чувствительность к колебаниям упругой среды, в которой они находятся, и к химическим веществам,

которые потребляются ими в процессе обмена веществ, есть основа для последующей эволюции более дифференцированных видов чувствительности.

В этом смысле организованная материя становится ощущающей, причем ощущающей все более разнообразно по мере прогрессивной эволюции нервной системы и специализации ее органов на выполнение различных сенсорных функций, т. е. рецепторов и анализаторов в целом.

На определенной ступени развития материи возникает жизнь как форма существования белковых тел. На высшей ступени развития органической материи возникает и развивается мозг — *ощущающая материя*. «Жизнь рождает мозг. В мозгу человека отражается природа».[29] Взаимодействие этой ощущающей материи (мозга и его органов чувств) с окружающей организм материальной действительностью осуществляется рефлекторно. *Деятельность мозга* по своей природе *рефлекторная, т. е. отражательная*. Сеченов подчеркивал, что нервная система не может работать иначе, как за счет внешних сил. Лишь в результате материального взаимодействия мозга и окружающего организм внешнего мира возникает субъективное отражение этого мира в человеческом сознании. Первым и основным элементом отражения является «разложение внешнего мира на мельчайшие отдельности» (Павлов), т. е. дробление, анализ предметов и явлений внешнего мира на составляющие их элементы и свойства. Световой поток, воздействующий на сетчатую оболочку глаза, и через него на весь зрительный анализатор, производит целый поток зрительных ощущений. Зрение как бы производит спектральный анализ, разлагает световой поток на различные цвета, соответствующие различным длинам волн светового потока. Звуковые волны, воздействующие на звуковой анализатор, порождают слуховые ощущения, отражающие высоту, силу, длительность звука и т. д. Каждая форма движения и каждая форма вещества, воздействующие на органы чувств, отражаются в мозгу в виде соответствующего этой форме движения материи ощущения. Так ощущающая материя (мозг и органы чувств) производит ощущения — образы движущейся материи. Различные формы движущейся материи (механическое движение тел, молекулярные колебания в виде теплоты, электрического или магнитного тока, химическое разложение и соединение, организмы), воздействуя на различные органы чувств, к ним приспособленные, отражаются в виде различных ощущений: кожных, зрительных, слуховых, обонятельных, вкусовых и т. д.

---

[29] В. И. Ленин. Соч., т. 38, стр. 192.

Многообразие условий жизни организмов, т. е. воздействующих на него различных форм движения материи и вещества, обусловило развитие специализированных рецепторов и анализаторных систем в целом.

На низших ступенях развития нервной системы чувствительные клетки, рассеянные по всей поверхности тела животного (непосредственно соприкасающейся с телами и средой внешнего мира), нерасчлененно отражают действие любого внешнего раздражителя. Тонкость различения внешних раздражителей возникла в процессе специализации чувственных клеток, сосредоточивающихся в определенных местах поверхности тела, особенно головных. В качестве примера можно привести развитие свето- и цветочувствительных клеток в сетчатой оболочке глаза. Эти клетки приспособлены только к отражению светового потока и различных длин световой волны. У высших животных и человека они сосредоточены только во внутренней оболочке глаза, а скопление их в ней достигает грандиозного числа — до 130 000 000 клеток сетчатой оболочки глаза. Развитие огромных масс чувствительных клеток и сосредоточение их в определенных местах привело к развитию особых органов тела, деятельность которых заключается только в анализе, расчленении явлений внешнего мира. Эти органы тела неразрывно связаны с центральной нервной системой, являются ее важнейшими частями.

Возникновение подобных, специализирующихся лишь на анализе внешнего мира, органов животного тела не есть результат внутреннего саморазвития организма, которое якобы независимо от внешней среды. Напротив, история жизни свидетельствует о том, что подобная специализация есть продукт усложняющегося приспособления животных организмов к условиям их существования во внешней среде.

Каждый рецептор возник и развился как сложное и тончайшее приспособление к определенной форме вещества, необходимого для существования организма, к определенной форме движения материи, воздействующей на организм. Различие между рецепторами имеет свои корни в различии между формами движения материи, обусловливающих жизнь и рефлекторную деятельность головного мозга. Специализация рецепторов на анализе явлений и свойств различных форм вещества и форм движения материи обусловливает и различие между ощущениями. *Каждый из видов ощущений отражает своеобразную природу явлений внешнего мира.* Тем самым ощущения являются чувственным источником познания *многообразия* явлений внешнего, своеобразия каждого из этих явлений в их взаимной связи.

Чувствующие системы человеческого мозга

В научной литературе орган чувств обозначается понятием рецептора, под которым разумеется воспринимающий аппарат живого тела.

В XIX в. господствовали взгляды, согласно которым основным нервным аппаратом, производящим ощущения, являются непосредственно и только сами органы чувств (рецепторы). Теории, господствующие и в настоящее время в зарубежной физиологии органов чувств и психологии, в учении об ощущениях продолжают исходить из таких односторонних, ограниченных взглядов. Такое узко «рецепторное» понимание материальных основ превращает орган чувств в единственный и самостоятельный орган ощущения, а ощущение связывает лишь с начальным моментом раздражения той или иной чувствующей поверхности живого тела.

В идеалистической психологии в XIX в. сложилась особая область — психофизика, занимавшаяся в духе такой рецепторной теории изучением соотношений между ощущением и раздражением. Психофизикой было получено немало фактов, характеризующих различные формы этих соотношений. Однако эти факты не были и не могли быть научно объяснены традиционной физиологией органов чувств.

Эти факты (например, порогов ощущений) могут быть объяснены лишь в свете рефлекторной теории Сеченова — Павлова, т. е. русской материалистической физиологии. Еще Сеченов, в полном противоречии с господствующей зарубежной идеалистической физиологией органов чувств, утверждал, что органы чувств суть аналитические снаряды головного мозга. Эта идея Сеченова о единстве органов чувств и головного мозга была неразрывно связана с его материалистическим пониманием рефлекторной природы деятельности головного мозга.

Учение Павлова о высшей нервной деятельности кладет конец традиционной физиологии органов чувств, ее представлениям о самостоятельности органов чувств и независимости их от рефлекторной деятельности мозга. Павловское учение разрушает до основания идеалистический тезис этой физиологии о якобы независимой от внешнего мира специфической энергии органов чувств.

Допавловская физиология органов чувств имела своим центральным и единственным понятием рецептор. Представителей такой физиологии интересовало лишь устройство и функции органов чувств. Так, при изучении зрения тщательно исследовалось строение и функции наружных и внутренних оболочек, различных проводящих сред, через которые прелом-

ляются световые лучи. Некоторое внимание уделялось зрительным нервам, их путям в большие полушария головного мозга. Но на зрительном центростремительном нерве ставилась черта, отграничивающая физиологию зрения от физиологии головного мозга.

С другой стороны, допавловская физиология головного мозга изучала лишь функции отдельных участков больших полушарий головного мозга, не имея представлений о целостности организма и роли в образовании этой целостности рефлекторной деятельности коры больших полушарий головного мозга. В силу этого представителей допавловской физиологии головного мозга не интересовала и деятельность органов чувств, посредством которой происходит превращение энергии внешнего мира в нервный процесс.

Связь между головным мозгом и органами чувств оставалась в силу такого положения неясной. Не могли быть объяснены поэтому и важные факты, полученные в физиологии головного мозга путем оперативного удаления (экстирпации) различных участков коры больших полушарий головного мозга. Этими фактами было установлено, что при сохранении глаз и зрительных нервов зрение у животных нарушается, если удаляются затылочные области больших полушарий. Было показано далее, что при разрушении височных долей животное теряет слух, несмотря на сохранение слухового органа и слуховых нервов и т. д. Этим фактам в экспериментальной физиологии животных соответствовали и важные факты клинической медицины в области мозговых заболеваний (так называемых органических нервных болезней). Медицинская практика уже давно установила подобные факты на человеке. При сосудистых заболеваниях, сотрясениях и ушибах, проникающих ранениях различных участков мозга происходят различной степени нарушения способностей к различным ощущениям. Так, при поражениях затылочных областей коры головного мозга тяжело страдает зрение человека (особенно цветное зрение, восприятие и узнавание предметов, особенно при изменении их пространственного положения). Это заболевание было названо психической (или «душевной») слепотой в отличие от обычной слепоты, порождаемой заболеваниями глаза или зрительного нерва.

Однако эти установленные в физиологии головного мозга животных и клинической медицине факты не были объяснены научно. Роль коры головного мозга в деятельности органов чувств впервые была точно определена Павловым в его учении об анализаторах.

Павлову принадлежит следующее определение понятия анализатора: «Анализатор есть сложный нервный механизм,

начинающийся наружным воспринимающим аппаратом и кончающийся в мозгу, то в низшем отделе его, то в высшем, в последнем случае бесконечно более сложном».[30] В этот сложный нервный механизм входят: 1) рецептор, который превращает внешнюю энергию в нервный процесс, 2) проводящие в мозгу чувствительные, так называемые центростремительные нервы, 3) мозговые концы анализатора или воспринимающие центры коры больших полушарий головного мозга. Лишь в единстве с мозговым концом анализатора рецептор может разлагать известную сложность внешнего мира на отдельные элементы». В качестве примера можно привести зрительный анализатор. Он состоит из рецептора-глаза, зрительного нерва и тех мозговых клеток в больших полушариях, в которых оканчивается зрительный нерв. Зрение есть деятельность всего зрительного анализатора, причем высший анализ дробления светового потока осуществляется мозговым концом зрительного анализатора. Так же обстоит дело с материальными основами любой формы ощущений, являющихся продуктами деятельности определенного анализатора как сложного нервного механизма.

Мозговой конец анализатора сам представляет собой механизм. Он состоит из: 1) ядра мозгового конца анализатора, или основного воспринимающего мозгового центра, и 2) рассеянных по коре головного мозга элементов данного анализатора. *Ядро* мозгового конца *анализатора* (или его ядерные элементы) *состоит из большой массы клеток, которые находятся в той области коры головного мозга, куда входят центростремительные нервы от органа чувств.*

До открытий Павлова ученые полагали, что мозговой воспринимающий центр ограничивается лишь этой группой клеток, сосредоточенных в данной области (так называемой проекционной зоне или области). В ходе изучения высшей нервной деятельности животных, благодаря блестящему методу условных рефлексов Павлов открыл существование рассеянной по коре массы воспринимающих мозговых клеток, названных им рассеянными элементами анализатора. Было найдено, что пределы анализаторов гораздо больше, и они не так разграничены друг от друга, но заходят за друга, сцепляются между собой (Павлов). Рассеянные элементы данного анализатора находятся за пределами данного ядра данного анализатора, они входят в области, смежные с ядрами других анализаторов. Тем самым устанавливается: а) наличие в самом строении коры клеточных связей между различными ядрами анализаторов (а не только посредством их отростков и проводящих путей, соединяющих мозговые центры) и б) участие

[30] И. П. Павлов. Полн. собр. соч., 2-е изд., т. III, кн. 1. М., Изд. АН СССР, 1951, стр. 122.

в отдельном акте ощущения большей части всей коры головного мозга.

Опытами было установлено, что собака без затылочных долей обоих полушарий (т. е. без области зрительного воспринимающего центра) действительно не могла отличать предмет от предмета, т. е. теряла предметное зрение. Но эта же собака различала степени освещения (переходы от света к темноте), обнаружила даже реакции на упрощенные формы вещей.

Следовательно, при разрушении ядра светового анализатора сохранялась общая способность к светоразличению, что объясняется общей сохранностью рассеянных элементов данного анализатора в других областях коры головного мозга. После удаления височных долей обоих полушарий (слухового воспринимающего центра) собака не различала сложных, хотя бы и привычных сочетаний звуков (например, не отзывалась на свою кличку), но точно отличала один звук от другого (тон от тона). Ориентировочный рефлекс на звук сохранялся у такой собаки. Следовательно, при разрушении ядра звукового анализатора сохранилась общая способность к звукоразличению, что объясняется сохранностью рассеянных элементов слухового анализатора в других («неслуховых») областях коры головного мозга.

Опытами было установлено, что ядра анализатора осуществляют самый *тонкий и высший анализ* данных (например, световых или звуковых) внешних воздействий. *Чем дальше от ядра данного анализатора находятся рассеянные элементы* этого анализатора, тем *более грубый и общий (нерасчлененный) анализ внешних воздействий* осуществляется большими полушариями головного мозга. Существование сходных по строению мозговых клеток в *разных* областях коры головного мозга, а особенно сходных частот и размаха колебаний биоэлектрических токов клеточных групп разных областей коры было подтверждено советскими исследователями.

На высшей ступени развития жизни, у сложных организмов, обладающих нервной системой, единство организма с внешней средой и его зависимость от внешнего мира выступают в форме рефлекса. Общей чертой всякого рефлекса (как безусловного, так и условного) является то, что он представляет собой закономерную реакцию организма на внешний агент, которая осуществляется при помощи определенного отдела нервной системы. Для возникновения рефлекса необходимо внешнее раздражение со стороны окружающей организм среды. Павлов отмечал, что рефлекс характеризует закономерность ответа при совершенно определенных условиях.

Начало этого раздражения заключается в превращении внешней энергии в нервный процесс, который производится

рецептором. От рецептора этот процесс распространяется по центростремительному нерву в мозговой конец анализатора. Следовательно рефлекс невозможен без анализатора, а анализатор составляет исходную и важнейшую часть всего пути нервных процессов, или рефлекторной дуги.

Павлов представил нервный путь или рефлекторную дугу в виде сцепления трех аппаратов: 1) анализатора, 2) соединительного или замыкательного прибора, 3) исполнительного или рабочего прибора. Он пришел к выводу, что «большие полушария представляют главнейшим образом головной мозговой конец анализатора. Следовательно, все большие полушария заняты... воспринимающими центрами, т. е. мозговыми концами анализаторов».[31]

Таким образом, большие полушария есть совокупность анализаторов, которые разлагают сложность внешнего и внутреннего мира на отдельные элементы и моменты и затем связывают разложенные таким же образом анализированные явления с той или иной деятельностью (Павлов).

Нужно иметь при этом в виду, что анализатор связан («сцеплен») с другими частями рефлекторной дуги (замыкательным и исполнительным приборами). Эта связь является материальной основой целостности сложного организма, единства внешней и внутренней среды организма. Этой связью обеспечивается основа ориентировки сложного организма в окружающем мире, деятельности организма в зависимости от условий его существования.

Следовательно, вся центральная нервная система, в том числе и большие полушария головного мозга, работают по принципу рефлекса.

До Павлова был известен лишь один вид рефлексов — постоянных и относительно не изменяющихся в течение индивидуальной жизни сложного организма. К таким рефлексам относятся пищевой слюноотделительный рефлекс (например, при попадании в рот пищи определенного состава выделяется слюна в определенном количестве и определенного качества), оборонительно-двигательный (например, отдергивание конечности при электрическом токе или ударе и т. д.). Из таких рефлексов складываются инстинктивная деятельность животных, а также низшие формы жизнедеятельности человека. Но из таких рефлексов невозможно непосредственно вывести не только умственную деятельность человека, но и сравнительные сложные формы поведения высших животных.

Гениальное предположение Сеченова о том, что материальной основой сознания человека является рефлекторная

---

[31] И. П. Павлов. Полн собр. соч., 2-е изд., т. III, кн. 1, стр. 110.

деятельность головного мозга, что все *психические процессы рефлекторны по своей природе,* оставалось гипотезой до тех пор, пока физиологии был известен лишь разряд простых, постоянных, унаследованных рефлексов. Доказательство материалистического положения о рефлекторной природе всякого психического процесса, начинания с ощущения, впервые обосновано учением Павлова об условных рефлексах. По Павлову, индивидуальная история высших животных есть «история постоянного, беспрерывного образования практикования этих новых связей. Дробные, мельчайшие явления природы, которые только что были без значения для деятельности организма, в короткое время превращаются в сильнейших возбудителей важнейших жизненных функций».[32] Вместе с выработкой и дифференцировкой условного рефлекса с данного анализатора его деятельность связывается с общей деятельностью организма, а вместе с тем изменяется функциональная динамика анализатора. Коренным образом изменяется и общее отношение животного организма к данному раздражителю, который превращается из индифферентного в сигнальный. В этом смысле работа коры больших полушарий головного мозга, действующая по принципу условных рефлексов, есть *высшая нервная деятельность,* по своей природе сигнальная с бесчисленным количеством сигналов и с переменной сигнализацией (Павлов).

Взаимоотношения условных и безусловных рефлексов очень сложные. С одной стороны, условный рефлекс возникает в жизни индивида на основе безусловного рефлекса. Но выработавшийся условный рефлекс может быть основой для образования других условных рефлексов, но хорошо упроченным путем подкрепления и дифференцировки. С другой стороны, прочный условный рефлекс изменяет свою безусловнорефлекторную основу, преобразует самый безусловный рефлекс. Тем самым посредством образования временных связей изменяется наследственная основа поведения, поскольку условный рефлекс может передава̀ться по наследству, т. е. стать безусловным рефлексом. В механизме условного рефлекса заключен, следовательно, могучий фактор изменения наследственности под влиянием внешней среды.

Деятельность больших полушарий головного мозга имеет два основных нервных механизма. 1) механизм временных связей и 2) механизм анализатора. Взаимодействие этих механизмов определяет характер всех психических процессов, начиная с ощущения. Механизм анализаторов нам уже известен. Рассмотрим механизм временных связей, после чего

---

[32] И. П. Павлов. Полн. собр. соч., 2-е изд., т. III, кн. 1, стр. 256.

рассмотрим взаимодействие обоих механизмов в его значении для понимания природы ощущений.

Суть временных связей Павлов определяет в следующем положении: «Явления внешнего мира... то отражаются в деятельности организма, превращаются в деятельности организма, то остаются для него индифферентными, непревратимыми, как бы не существующими. Эту временную связь, эти новые рефлексы также естественно было бы назвать условными рефлексами».[33]

Павлов раскрывает сущность открытых им временных связей, условных рефлексов на конкретном примере. «Существеннейшей связью животного организма с окружающей природой, — писал Павлов, — является связь через известные химические вещества, которые должны поступать в состав данного организма, т. е. связь через пищу. На низших ступенях животного мира только непосредственное прикосновение пищи к животному организму или, наоборот, организма к пище главнейшим образом ведет к пищевому обмену. На более высоких ступенях эти отношения становятся многочисленнее и отдаленнее. Теперь запах, звуки и картины направляют животных уже в широких районах окружающего мира на пищевые вещества... Таким образом, бесчисленные, разнообразные и отдаленные внешние агенты являются как бы сигналами пищевого вещества, направляют высших животных на захватывание его, двигают их на осуществление пищевой связи с внешним миром. Рука об руку с этим разнообразием и этой отдаленностью идет смена постоянной связи внешних агентов с организмом на временную... Данный пищевой объект может находиться то в одном, то в другом месте, сопровождаться, следовательно, то одним, то другими явлениями, входить элементами то в одну, то в другую систему внешнего мира».[34]

На этом конкретном анализе Павловым развития пищевой связи между организмом и средой раскрывается сущность временных связей, а также их роль в развитии анализаторов. Деятельность анализаторов определяется характером связей между организмом и средой. Со сменой постоянной связи между внешними агентами и организмом временными связями происходит качественное изменение анализаторов. Это изменение заключается в том, что, во-первых, бесконечно расширяется область и границы деятельности анализаторов, так как все более отдаленные и разнообразные сигналы внешнего мира разлагаются на свои элементы и свойства, и, во-вторых,

---

[33] Там же, стр. 116.
[34] Там же, стр. 117.

работа анализатора становится все более гибкой, изменчивой, тонко отражающей изменяющиеся условия жизни («колебания» во внешней среде). Этим объясняется, далее, все возрастающее значение тех анализаторов, которые различают внешние раздражители на известных расстояниях от организма. К таким анализаторам относятся обонятельный, слуховой, зрительный. У человека особое развитие получили слуховые и зрительные ощущения и именно по этой причине.

Деятельность анализаторов, являющихся воспринимающим механизмом больших полушарий головного мозга, принимает на себя сигналы внешнего мира, создавая условия для связи этих сигналов с любой другой физиологической деятельностью организма. Но то, что данный анализатор (например, зрительный) связывается или нет в данный момент с другой физиологической деятельностью организма, зависит от условий внешней среды и механизма временных связей. Возможность таких многообразных отношений между анализаторами и другой физиологической деятельностью организма посредством механизма временных связей прекрасно показана Павловым в нижеприводимой наглядной схеме (рис. 1).

На рисунке внизу слева изображен изучаемый в опытах Павлова орган тела (слюнная железа), на котором отражалось воздействие внешнего мира. На верхней линии рисунка изображены различные рецепторы. Непосредственно под этой линией изображена кора головного мозга как совокупность мозговых концов анализаторов. Внешние воздействия с полости рта, носа и кожи направляются прямо в продолговатый мозг (непрерывные линии в рисунке) и вызывают безусловный слюноотделительный рефлекс. Этот путь постоянный и почти всегда открытый в условиях нормальной жизни.

Внешние воздействия, сигнализирующие животному организму о наличии или приближении пищевых веществ, могут идти с любого внешнего рецептора. Но эти раздражения сперва идут в воспринимающие центры коры головного мозга и затем отсюда (по прерывистым линиям в рисунке) в продолговатый мозг. Путь для этих раздражений то открыт при одних условиях, то закрыт при других условиях. Если в рефлекторном слюнном центре возникает очаг сильного возбуждения, то безразличные до этого момента раздражения от внешнего мира становятся сигналами, усиливающими этот очаг возбуждения. В силу этого внешние раздражения направляются к очагу возбуждения, проторивая себе дорогу к нему. Но одновременно с возбуждением данного центра может иметь место торможение в других областях коры. Взаимодействие процессов возбуждения и торможения составляет внутреннюю основу временных связей. Работа отдельных анали-

заторов и их взаимная связь находится в зависимости от нервных процессов возбуждения и торможения во всей коре больших полушарий головного мозга.

Основными нервными процессами являются возбуждение и торможение. Возбуждение представляет собой изменение

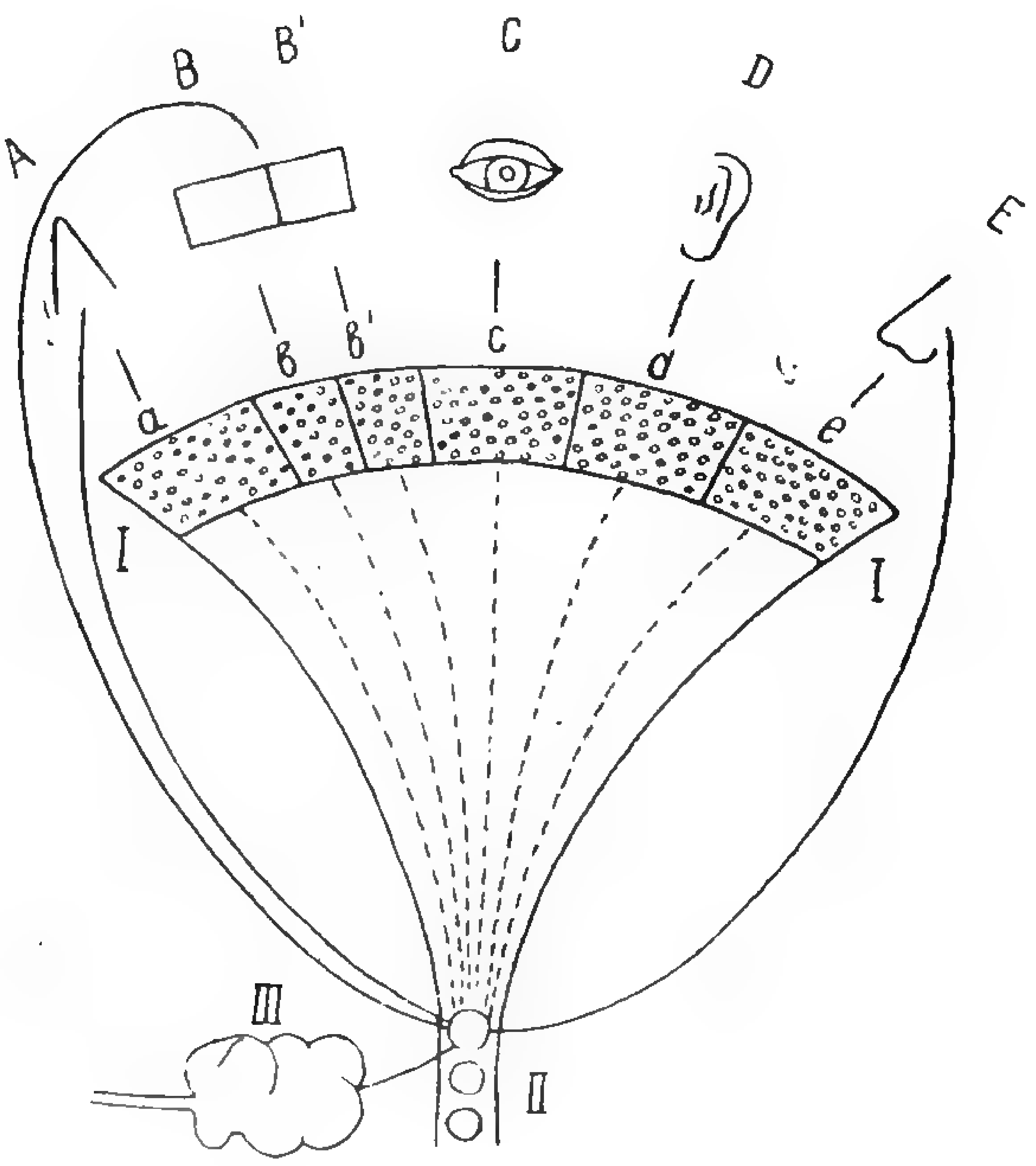

Рис. 1. Многообразие отношений между определенной физиологической деятельностью и различными анализаторами.

A — язык; *B* — кожа (тактильные раздражения); *B'* — кожа (термические раздражения); *C* — глаз; *D* — ухо; *E* — нос; *I* — кора больших полушарий; корковые воспринимающие центры; *a* — языка; *в* — кожи (для тактильных раздражений); *в'* — кожи (для термических раздражений; *c* — глаза; *d* — уха; *e* — носа; *II* — продолговатый мозг; *III* — слюнная железа.

функционального состояния нервной ткани, возникающее при внешнем раздражении. Возбуждение заключается в превращении внешней энергии в определенное деятельное состояние нервной ткани. Возникая в рецепторе, возбуждение проводится по всей системе анализатора к коре головного мозга. Первоначально возбуждение находится в разлитом состоянии (иррадиация возбуждения), затем оно сосредоточивается в определенном очаге (концентрация возбуждения). Возбуж-

дение зависит прежде всего от вызвавшего этот процесс раздражения. В зависимости от величины раздражения (например, площади раздражаемых светом частей сетчатой оболочки глаза) находится и величина возбуждения (например, количество возбужденных в данный момент чувствительных клеток сетчатки). С усилением раздражения органа чувств сила импульсов возбуждения в нервных волокнах может и не изменяться, но повышается частота импульсов, т. е. в каждую секунду в нервный центр приходит большее число импульсов. а следовательно, тем сильнее возбуждаются мозговые клетки В процессе возбуждения происходят химические и физические изменения возбуждаемых нервных клеток и волокон. Выражением этих изменений являются электрические явления в коре головного мозга (так называемые биоэлектрические токи различной частоты и амплитуды колебаний).

Возбуждение является одним из условий и проявлений жизнедеятельности сложного организма. С возбуждением в мозг проводится перерабатываемая внешняя энергия, за счет которой существует организм. Но чрезвычайно сильное и длительное возбуждение нервных клеток может разрушающим образом подействовать на эти клетки. В этом случае работоспособность нервных клеток истощается. Для восстановления этой работоспособности, нормальной реактивности мозговых клеток чрезвычайно важен процесс торможения. Наряду с возбуждением торможение составляет основной нервный процесс. Он заключается не только в задержке возбуждения, но и в восстановлении функциональной способности нервных клеток к нормальной деятельности. Павлов сформулировал это значение процесса торможения в положении об охранительной роли торможения.

Павлову принадлежит открытие коркового торможения в двух его основных видах: внешнего и внутреннего. *Внешнее торможение* является более простым видом коркового торможения, оно является торможением безусловным. Внешнее торможение возникает при взаимодействии смежных участков коры больших полушарий. Внешнее торможение является важным фактором взаимодействия ощущений. Так, например, сильные и неожиданные звуки вызывают ориентировочный рефлекс и возбуждают слуховой анализатор. Деятельность других анализаторов, например светового, при этом затормаживается. Как показали исследования, вновь образовавшиеся условные рефлексы тормозятся при действии посторонних («побочных») раздражителей значительно легче, чем прочно и давно образовавшиеся связи. Внешнее торможение свойственно всей нервной системе. Оно безусловное в том смысле, что возникает без выработки временных связей.

В отличие от внешнего торможения *внутреннее торможение* свойственно только деятельности коры больших полушарий головного мозга. Оно связано с развитием временных связей и является поэтому условным. Внутреннее торможение возникает постепенно в процессе установления известной системы временных связей. По Павлову, внутреннее торможение представляет высшее приспособление организма к окружающим условиям, так как им «постоянно корригируется и совершенствуется сигнализационная деятельность больших полушарий».[35]

Разновидностями внутреннего торможения являются:

1. *Угасательное торможение,* заключающееся в развитии торможения внешнего (двигательного или секреторного) ответа при отсутствии подкрепления условного раздражителя безусловным. Условные рефлексы угасают в том случае, если они не являются жизненно необходимыми в данных условиях

2. *Условное торможение,* возникающее при присоединении нового, неподкрепляемого сигнала к положительному подкрепляемому условному раздражителю. Когда происходит подобное комбинирование положительного и отрицательного (неподкрепляемого) сигнала, то последний становится условным тормозом.

3. *Запаздывание,* возникающее в том случае, если отодвигается время подкрепления условного раздражителя безусловным. Установлено, что слабые условные раздражители скорее вызывают этот вид торможения (если имеет место запаздывание с подкреплением), нежели сильные. Световые, температурные, механические условные раздражители считаются более слабыми, нежели звуковые.

4. *Дифференцировочное торможение,* возникающее при воздействии близкими к условному раздражителю внешними раздражителями. Первоначально на эти близкие, сходные раздражители имеет место обобщенный (генерализованный) условный рефлекс. Но поскольку условный раздражитель подкрепляется, а близкие к нему (сходные) не подкрепляются, возникает тормозная реакция на неподкрепляемый сходный раздражитель. Дифференцировочное торможение имеет решающее значение для возникновения различных ощущений (различия близких друг к другу качеств одного и того же вида раздражителей световых, звуковых и т. д.), действующего на один и тот же рецептор. Если в опыте условным раздражителем является, например, звук «до», то звук «до диез» не подкрепляется. Но условный рефлекс первоначально будет вызываться в случае действия обоих сходных раздражителей.

И. П. Павлов. Полн. собр. соч., 2-е изд., т. IV, стр. 118.

Постепенно в процессе опыта у испытуемого будет вырабатываться положительный условный рефлекс на звук «до» (подкрепляемый) и отрицательный, тормозной условный рефлекс на звук «до диез». В этом случае и будет иметь место дифференцировочное торможение, способствующее выработке точной, адекватной (соответствующей обстановке опыта) реакции. В процессе дифференцировки, различения сходных раздражителей происходит встреча возбуждения с внутренним торможением. Различение сходных раздражителей в психологии называется ощущением разности, или разностной чувствительностью. В основе разностной чувствительности находится взаимодействие возбуждения и торможения, а особенную роль в этом взаимодействии играет дифференцировочное торможение.

Любой вид внутреннего торможения характеризуется подвижностью, изменчивостью, значительно большей, чем возбуждение. Под действием посторонних раздражителей происходит растормаживание любого вида внутреннего торможения, если имеет место нормальная деятельность коры больших полушарий. Процессы возбуждения и торможения всегда взаимосвязаны и взаимодействуют друг с другом. Эта взаимосвязь выступает в двух основных формах взаимодействия (или взаимной индукции): 1) *отрицательная индукция,* при которой процесс возбуждения ведет к усиленному торможению, 2) *положительная индукция,* при которой процесс торможения ведет к усиленному возбуждению. Кора головного мозга работает как единое целое, регулируя все внешние и внутренние функции организма высших животных и человека. Но это целое вследствие взаимной индукции представляет собой как бы мозаику очагов возбуждения и заторможенных участков мозга.

Эта мозаика крайне изменчива в пространственном отношении, так как один и тот же участок мозга в разное время бывает то возбужденным, то заторможенным в зависимости от характера устанавливаемых *временных связей* организма со средой.

Материальной основой ощущения как психического процесса является взаимодействие нервных процессов возбуждения и торможения, осуществляемое в ходе установления и развития временных связей.

В 1923 г. Павлов опубликовал статью под характерным названием «Один из очередных вопросов физиологии больших полушарий». Павлов считал таким очередным вопросом вопрос относительно парности больших полушарий.

Он придал важное значение тому, что, с одной стороны, существует известное разделение функции между обоими

полушариями, а с другой, — возможность замещения деятельности одного полушария (при его оперативном удалении у животных) деятельностью другого полушария. Парная работа больших полушарий имеет решающее значение для осуществления воспринимающих функций мозга животных и человека.[36]

Разделение деятельностей между обоими полушариями прогрессивно развивалось в развитии головного мозга. Наибольшее развитие асимметричности (несоразмерности) обоих полушарий достигло у человека. Благодаря речи и преобладающей деятельности одной из рук (правой у большинства людей) в процессе труда у человека особенно развилось левое полушарие головного мозга. Создавалось убеждение, что в деятельности и умственном развитии человека имеет значение само по себе взятое одно из полушарий, а именно левое, являющееся ведущим. Отсюда возникло представление, что правая рука есть функция лишь левого полушария, равно как и речь, главные мозговые аппараты которой сосредоточены в левом полушарии. Но такие представления являются ошибочными постольку, поскольку в нормальной деятельности мозга все части мозга и происходящие в них нервные процессы взаимосвязаны. Очевидно, возникновение и развитие парности больших полушарий было вызвано биологической необходимостью в процессе приспособления сложного организма к условиям жизни. До Павлова вопрос о парной работе больших полушарий интересовал ученых преимущественно с одной стороны — как локализуются (где и в каком полушарии) функции речи и движения, включая предметные действия рук. Павлов подошел впервые к этому же вопросу о парности больших полушарий с новой стороны, а именно — сущности работы анализаторов. Тем самым Павлову принадлежит заслуга превращения этой проблемы в составную часть теории анализаторов и, следовательно, теории ощущений.

В лаборатории Павлова был впервые установлен Красногорским важный факт, а именно: как положительный, так и отрицательные условные рефлексы, выработанные на коже одной половины тела животного, точно воспроизводятся, повторяются на симметричных участках кожи противоположной стороны тела. Подобный перенос совершался без какой-либо тренировки, не требовал никакого безусловного подкрепления. Эти факты (1911 г.) были подтверждены и развиты

---

[36] См. Б. Г. Ананьев. Проблема парной работы больших полушарий головного мозга в учении И. П. Павлова и психология. Сб. «Учение И. П. Павлова и философские вопросы психологии». М., Изд. АН СССР, 1950.

в лаборатории Павлова другими его сотрудниками (Анрепом, Розенталем, Фурсиковым). Удивительное и чрезвычайно интересное, по характеристике Павлова, прибавление к этому факту было сделано Быковым. В опытах Быкова оказалось невозможным достигнуть дифференцировки на симметричных участках кожи обеих половин тела животного.

Павлов вплотную подошел к тому, какую роль играют комиссуральные связи (пути сообщения) между обоими полушариями. Быков и Сперанский перерезали с этой целью так называемое мозолистое тело, являющееся пучком этих комиссуральных связей. Оказалось, что после уничтожения этих путей перенос условных рефлексов с одной стороны на другую был неосуществим. Каждое из полушарий отвечало при этом раздельной работой по установлению временных связей. Индивидуальный опыт, накапливаемый посредством работы одного полушария, как бы не существовал для другого полушария. Единый анализатор как бы распался на два самостоятельных анализатора с уничтожением этих комиссуральных связей.

Объяснение этого факта заключается в том, что процесс возбуждения, возникающий в одном полушарии, при перерезке этих путей не переходит на другое полушарие. В то же время распространение возбуждения в пределах одного полушария происходит у этих оперированных животных как в обычных условиях.

Еще большее значение для уяснения роли парной работы больших полушарий имели дальнейшие работы Быкова по изучению условных рефлексов у собак с перерезанным мозолистым телом.

Когда собака оправлялась после операции, у нее вырабатывался пищевой условный рефлекс, причем так же скоро, как и у нормальных собак. Среди условных раздражителей употреблялся и звук свистка (в 1500 *кол/сек*). Свисток укреплялся на стене, на уровне и на стороне левого уха животного, на определенном расстоянии. После выработки прочного условного рефлекса свисток перемещался на противоположную сторону (правую). В этом положении звуковой раздражитель не подкреплялся безусловным пищевым раздражителем. Однако, несмотря на 115 повторений, никакой дифференцировки получено не было при перемещении звука то с правой, то с левой стороны. Хотя животное дифференцировало различные звуки (при одном и том же положении источника звука), оно оказалось неспособным дифференцировать местоположение звука. Выделяя эти опыты Быкова, Павлов заметил, что для дифференцирования места звука необходима соединенная работа полушарий. В свете исследо-

вания школы Павлова, особенно Быкова, получают свое научное объяснение многие факты физиологии органов чувств и психологии.

К этим фактам относятся: 1) парная работа особо важных внешних рецепторов, а именно зрительного (обоих глаз), слухового (обоих ушей), обонятельного (чувствительных клеток обеих половин носа), кинестетического (особенно мышечно-суставных ощущений обеих рук), 2) особая роль этой парной работы одноименных внешних рецепторов в пространственном различении.[37]

Известно, что восприятие глубины, рельефа, перспективы легче осуществляется обоими глазами (бинокулярное зрение), нежели одним глазом (монокулярное зрение). Также известно, что локализация звука в пространстве (его местоположение) осуществляется легче двумя ушами (бинауральный слух), а не одним (моноуральный слух).

Связь между этими двумя хорошо известными фактами становится ясной на основе учения Павлова. Поскольку рецепторы есть части анализатора, постольку парность рецепторов соответствует парности мозговых концов анализаторов. Следовательно, парная работа больших полушарий обусловливает парность работы соответствующих рецепторов. *Благодаря парности рецепторов и больших полушарий обеспечивается расширение границ ориентации животного и особенно человека в пространственных условиях его существования.* Из психологии и физиологии органов чувств известно, что каждый из одноименных рецепторов (один из глаз, одно из ушей) дает точную реакцию на качество и интенсивность раздражителя. Так, мы можем точно определить цвет, освещенность, форму предмета одним глазом, закрыв другой. Мы можем определить высоту, тембр, силу звуков, пользуясь только одним ухом. Необходимость в совместной работе обоих глаз, обоих ушей и т. д. возникает тогда, когда нам недостаточно знания лишь о качестве и интенсивности раздражителей, а важно определить расстояние между предметами, их местоположение, удаленность. Иначе говоря, *совместная работа одноименных рецепторов порождается необходимостью различения пространственных признаков и отношений между предметами.* Но как показали решающие опыты Быкова, *именно для такого различения и необходима совместная работа больших полушарий.* Парная работа больших полушарий имеет поэтому общее и специальное значение для высшей нервной деятельности, являющейся материальной основой сознания

---

[37] См. Б. Г. Ананьев. Пространственное различение. Изд. ЛГУ, 1955.

человека. Общее значение этой работы заключается в переносе временных связей, образующихся с одной стороны тела, на другую. Тем самым индивидуально приобретенный опыт расширяется и умножается за счет совместной работы больших полушарий. Новейшие исследования условных рефлексов у человека полностью подтверждают факт такого переноса. Психологические исследования показывают, что образовавшийся навык различения пространственных форм, цветов, тонов и т. д. переносится с одного рецептора на другой, одноименный без всякого упражнения. Специальное значение парной работы больших полушарий заключается в том, что эта работа обеспечивает наиболее точное, верное отображение пространственных условий существования тех предметов, которые мы видим, осязаем, слышим и т. д. Поэтому *в основе пространственного различения, осуществляемого совместной работой одноименных рецепторов, лежит парная работа больших полушарий.*

В процессе образования временных связей имеет место распространение возбуждения из одного полушария в другое, а также взаимная индукция нервных процессов, происходящая в пределах не только одного, но и обоих полушарий. Борясь против грубо анатомических представлений о деятельности коры головного мозга, Павлов вместе с тем подчеркивал важность проблемы связи высшей нервной деятельности со специальной конструкцией высшего отдела мозга. Одним из выражений такой постановки задачи является и постановка Павловым проблемы парной работы больших полушарий.

В адрес психологов Павлов неоднократно бросал упреки в том, что они не умеют «пространственно мыслить», отрываясь от материи мозга, ее структуры и деятельности. Психолог-материалист обязан «пространственно мыслить», проникая в материальные основы психических процессов.

Известно, что важным условием возникновения ощущения является возбудимость рецептора.

Действие внешнего раздражителя на орган чувств называется раздражением. Возникающий в результате раздражения нервный процесс называется возбуждением. Изменившееся под влиянием возбуждения всего анализатора состояние органа чувств называется его возбудимостью. Чем больше сила и площадь раздражений органа чувств, тем большее число чувствительных клеток вовлекается в процесс возбуждения. Например, процесс раздражения сетчатки глаза будет различным в тех случаях, когда глаз раздражается слабо освещенной точкой или, напротив, потоком цветного света.

Соответственно площади раздражения органа чувств в процесс возбуждения вовлекается определенное число возбуж-

денных центростремительных проводников. Вследствие этого в ядерных и рассеянных элементах мозгового конца анализатора возникает ритмическое возбуждение, характеризующееся определенной величиной и амплитудой колебаний. При усилении раздражения органов чувств увеличивается частота импульсов в отходящих от них центростремительных нервах и клетках коры головного мозга. Действие внешнего раздражителя, следовательно, качественно изменяет состояние всего анализатора, вследствие чего возникает возбудимость органа чувств.

На основе ритмического возбуждения центростремительных нервов и мозговых клеток в корковых концах анализаторов возникает устойчивое и длительное, как бы затяжное возбуждение. При длительном возбуждении центростремительного нерва подобное стационарное возбуждение корковых центров усиливается, вызывая в данной области коры очаг возбуждения. Именно в этом случае возникает устойчивая возбудимость данного органа чувств. Процесс возбуждения анализатора распространяется по всей коре, способствуя замыканию временных связей между действующим на орган чувств раздражителем и какой-либо физиологической деятельностью организма. При этом действующий раздражитель превращается из индифферентного в условный, являющийся сигналом для этой деятельности. Так *орган чувств связывается через условнорефлекторную деятельность коры со всем организмом в данный момент его жизни.*

Каждая новая временная связь изменяет состояние органа чувств. Если по условиям жизни световые и звуковые раздражители чаще всего являются сигналами для деятельности коры, а через нее для всего организма, то, следовательно, особенное значение приобретает возбудимость зрительных и слуховых рецепторов. Посредством образования условных рефлексов внешние раздражители превращаются из неощущаемых в ощущаемые.

Общими свойствами органов чувств являются не только их возбудимость, но и адаптация (приспособление).

Исследования показывают, что возбуждение рецептора является наиболее сильным при первоначальном раздражении. В последующем, несмотря на продолжающееся действие раздражителя, возбуждение рецептора снижается. Так, например, мы быстро привыкаем к сильному, яркому освещению или, напротив, к темноте, в которой мы не могли первоначально ничего различать. Когда мы принимаем горячую ванну, она первоначально нам кажется очень горячей, а затем теплой, несмотря на то, что температура воды за прошедшие мгновения не изменилась так значительно.

Адаптация различных рецепторов различна. Высокую адаптацию обнаруживают рецепторы вкусовой чувствительности, зрения (особенно чувствительности к темноте и свету), наименьшую — мышечно-суставной чувствительности. В пределах одного и того же рецептора (например, зрительного) адаптация неодинакова. Поясним это на примере работы глаза. По мере действия света на глаз запас светочувствительных веществ уменьшается, а чувствительность к свету снижается. При прекращении действия света (наступлении темноты) происходит восстановление и увеличение запаса светочувствительных веществ, способствующих увеличению чувствительности глаза. Чувствительность глаза к свету увеличивается в темноте до 200 000 раз (по сравнению со светочувствительностью глаза на свету). Вследствие этого повышения чувствительности глаза в условиях так называемой темновой адаптации мы можем увидеть невидимые при обычном освещении объекты.

Адаптация всех органов чувств имеет крайне важное биологическое значение. *Понижение возбудимости рецептора при длительно действующем и сильном раздражении предохраняет орган от перераздражения, способствует восстановлению его функциональной работоспособности.* Понижение возбудимости рецептора в процессе его адаптации вызывает *изменение чувствительности,* различное в зависимости от внешних условий и состояния анализатора. При действии *сильных* раздражителей адаптация сказывается в *понижении чувствительности.* При действии *слабых* раздражителей или полном отсутствии раздражения адаптация выражается в *повышении чувствительности.*

Адаптация зависит как от местных изменений в самом рецепторе, так и от понижения возбудимости мозговых концов анализатора.

Разберем в качестве примера светоразличительную работу зрительного анализатора. При приспособлении глаза к сильному и длительно действующему на него освещению в светочувствительных клетках сетчатки глаза происходит распад, разложение определенного вещества — зрительного пурпура. Эти местные изменения в непосредственно раздражаемом светом органе изменяют характер сигнализации, направляющейся из органов чувств в кору головного мозга.

Стационарное возбуждение центра, возникшее в результате большой силы и частоты импульсов, превращается в свою противоположность — в процесс торможения. Это превращение было открыто крупным русским физиологом Введенским. Возникшее в центре торможение в свою очередь снижает возбудимость органа чувств. При этом нервные импульсы про-

торяют себе путь через заторможенные участки мозга, а не передаются сразу на двигательные нервы.

Таким образом, адаптация органа чувств возникает в результате взаимодействия возбуждения и торможения в центральной нервной системе. Под влиянием этих процессов происходит восстановление функциональной работоспособности рецептора. В рассматриваемом примере работы глаза можно указать на то, что под этим влиянием происходит восстановление светочувствительного вещества (зрительного пурпура) и всей деятельности сетчатой оболочки глаза.

Кора головного мозга регулирует состояние рецепторов, обусловливает не только их возбудимость, но и адаптацию. Условнорефлекторная деятельность коры головного мозга настраивает рецептор на повышение или понижение его возбудимости в зависимости от взаимодействия организма и среды в данный момент жизни.

Механизм чувственного отражения

Построение образа осуществляется в анализаторе как чувствующей системе мозга. Для развитого, человеческого, ощущения необходимо сочетание первичного изображения в рецепторе со вторичным изображением (точнее — его проекцией в мозговом конце анализатора), что возможно при нормальной передаче импульсов от периферического к мозговому концу анализатора. В этом смысле любое, самое простейшее человеческое ощущение есть функция чувствующей системы мозга в целом, т. е. весьма сложное явление природы. Динамика ощущения, его переход к адекватному отражению объекта имеет основой изменение характера движения возбудительного процесса (от иррадиации к концентрации) и его взаимодействие с тормозным процессом.

Различение всегда по своей природе индуктивно, так как оно является результатом того или иного взаимодействия нервных процессов в мозговом конце анализатора. На базе безусловных рефлексов с данного анализатора вырабатывается множество условных рефлексов, изменяющих общий уровень чувствительности анализатора.

Следовательно, ощущение как самый элементарный факт сознания, хотя психологически и представляется самым простым явлением сознания, физиологически есть сложный нейродинамический ансамбль. Еще более многосоставным представляется этот ансамбль анатомически, поскольку рецептор, афферентные нервы, мозговой конец анализатора имеют разные структуры, состоящие из множества клеток, исчисляемых

порядками от тысяч до миллионов (в световом анализаторе человека).

Поэтому сочетание психологического, физиологического и анатомо-морфологического исследований деятельности анализаторов необходимо для научного познания природы ощущений. Задача такого познания еще более усложняется, когда мы сталкиваемся с тем поразительным феноменом, который называется разными терминами: внешней проекцией, объективацией, «вынесением» образа и т. д. Этот феномен постоянно привлекал внимание физиологов и психологов. Но самое ясное определение этого явления было дано Марксом, который писал: «...световое воздействие вещи на зрительный нерв воспринимается не как субъективное раздражение самого зрительного нерва, а как объективная форма вещи, находящейся вне глаз».[38]

Подобное явление нельзя объяснить только деятельностью анализатора, мозговой конец которого входит в систему замыкательных приборов больших полушарий, так как суть явления находится в каком-то вновь возникающем объективном отношении между рецептором и изображением на его плоскости («экране») предмета. Очевидно, что процесс, например, зрительного ощущения не только *начинается* в глазу, но и *завершается* в нем. Такое предположение требует признания, что орган чувств является попеременно рецептором и эффектором. Надо предположить также, что между рецептором и мозгом существует не только прямая (центростремительная), но и обратная (центробежная) связь.

Такой ход мысли неизбежно приводит к трактовке ощущения как целостного рефлекса, охватывающего весь процесс взаимодействия между человеческим организмом и окружающей его средой, т. е. от объекта к субъекту и от субъекта к объекту.

Принцип обратной связи был открыт Сеченовым применительно к этому явлению «проекции» образа в объективный мир. Важное значение имело подробное выяснение роли мышцы в познавательной деятельности. На фактах пространственного видения он убедительно показал, что оптический аппарат глаза интимно связан с глазодвигательной организацией: их взаимосвязь осуществляется на всем протяжении акта пространственного видения, но имеет особенное значение для подобной проекции. Он имел основания для аналогии актов пространственного видения с актами активного осязания, когда сочетание тактильной рецепции с кинестезией мышц

---

[38] К. Маркс. Капитал, т. I, стр. 78.

кисти руки определяет подобную проекцию ощупываемых вещей.

В последующем ходе развития физиологии и психологии систематически изучалась взаимосвязь сенсорных и моторных компонентов органов чувств. Известно, что каждый специализированный орган чувств является очень сложным материальным телом, в котором, кроме собственно воспринимающих (рецепторных) приборов, имеются приборы мышечно-двигательные, сосудистые и секреторные. Однако этим приборам не придавалось первоначально активное значение факторов, участвующих в образовании ощущений. Но уже Сеченов показал, что в образовании сложных «объективизированных» ощущений принимают постоянное участие мышечно-двигательные приборы органов чувств, являющиеся главными эффекторами, осуществляющими внешнюю реакцию с данной чувствующей системой мозга.

Это положение было далее развито Бехтеревым в отношении ряда чувственных деятельностей мозга человека. Бехтерев первый применил метод условных рефлексов к изучению моторной деятельности человека. Он разработал метод условнодвигательных рефлексов, который дал возможность глубже понять ряд механизмов поведения. Благодаря этому было доказано, что любой чувствующий аппарат мозга является одновременно афферентным и эфферентным, благодаря чему и осуществляется проекция образа. В зрительном, слуховом, тактильном и других аппаратах были обнаружены явления обратной проводимости, которой уделяется в современной науке большое внимание.

Бехтеревым и его сотрудниками было установлено, что вследствие нейрогуморальных связей рефлекторные акты чувствующих приборов мозга сопровождаются тоническими изменениями всего организма человека в зависимости от силы раздражителя и его биологического значения. Поэтому сенсомоторные реакции нельзя отделять от сопровождающих их состояний: стенических и астенических эмоций. Применение приемов одновременной регистрации двигательных и вегетативных изменений убедительно демонстрировало эту связь между движением, ощущением и эмоциями, что принципиально важно для понимания природы ощущения.

В этом же плане представляют большой интерес некоторые из экспериментальных данных Корнилова. Главнейшие из них — факты, являющиеся доказательством того, что сенсорные и моторные реакции имеют общую природу, переходят при определенных условиях друг в друга и образуют целостный акт поведения. Однако Корнилов резко размежевал эти реакции в своем учении, придав большее значение тем слу-

чаям, когда между ними возникают противоречия, которые он и абсолютизировал в своем глубоко ошибочном «законе» однополюсной траты энергии.

Корнилов не придавал такого значения различиям, обнаруживающимся при сравнении сенсомоторных реакций разных модальностей. Однако именно примененный Корниловым метод изучения силы реакции в сочетании с фактором времени дает возможность выявить сигнальное значение сенсорных процессов для двигательных актов.

В связи с новым значением старой проблемы соотношения сенсорных и моторных реакций необходимо было подойти к этой проблеме генетически, рассмотрев их соотношение в истории развития жизни, т. е. как составную часть проблемы генезиса психики.

Интересную пробу постановки этой проблемы предпринял Леонтьев, который подошел к ней не только теоретически, но и экспериментально. Им были проведены в конце 30-х годов интересные опыты по экспериментальному воспроизведению генезиса чувствительности. Вместе с обширными данными сравнительной физиологии и психологии эти экспериментальные материалы позволили ему поставить проблему психического развития в целом. В отношении генезиса ощущений Леонтьев пришел к важному выводу о том, что в эволюции обмена веществ живым организмом возникает новая форма приспособления, выполняющая сигнальную функцию по отношению к обмену веществ, превращающаяся постепенно в основное средство ориентации организма в окружающей среде.

Ощущение представляет собой начальную форму такой ориентации и сигнализации, которая предполагает уже образование психического или субъективного, неразрывно связанного со всем процессом жизнедеятельности организма.

Отсюда и взгляд на ощущение, как на необходимый компонент поведения, действий и движения, который приобрел особое значение в последующем развитии жизни.

В дальнейшем (после выхода в свет книги «Очерки развития психики») Леонтьев провел большой цикл экспериментальных исследований, который привел его к выводу, что процесс ощущения имеет рефлекторное строение, что «ощущение не есть результат только центростремительного процесса, одного только начального плеча рефлекса, но что в его основе лежит полный и притом сложный рефлекторный акт, подчиняющийся в своем формировании и протекании общим законам рефлекторной деятельности». Эти исследования убедительно показали, что «ощущение является не эпифеноменом, возникающим параллельно с возникающим возбуждением

сенсорных нервных центров и составляющим только субъективный его отблеск... но что само ощущение как чувственный образ воздействующего объективного свойства выполняет именно в этом качестве специфическую функцию ориентирования и только вместе с этим также функцию сигнальную».

По ходу исследований ориентировочных рефлексов были выявлены различные проприомоторные и другие функции рецепторов (адаптационно-трофическая, тоническая, оборонительная). Но особенно имеет значение такое сочетание сенсорных и моторных компонентов чувствующей системы, которое представляет собой рефлекторное кольцо, размыкающееся в «точках встречи» с объектом. Динамика процессов, происходящих в подобном рефлекторном кольце, есть своеобразное уподобление свойствам внешнего воздействия. Экспериментально доказано, что, например, осязание является именно таким процессом, в котором рука устанавливает подвижный контакт с ощупываемым объектом, в котором движения рук повторяют своей формой очертание данного объекта, как бы уподобляясь его структуре.[39]

Еще Сеченов показал, что глаз действует по такому же принципу благодаря сочетанию деятельности оптического прибора с глазодвигательными реакциями. Труднее было объяснить механизм слуховых ощущений в таком же плане, но эта трудная задача была успешно решена Леонтьевым. Им была разработана и применена специальная методика исследования звуковысотной различительной чувствительности, основанная на использовании для сравнения по высоте разнотембральных звуков. Посредством этой методики были получены данные о зависимости между порогами различительной звуковысотной чувствительности и точностью вокализации заданной высоты (интонирование звуков). Таким образом оказалось, что моторная система звуко-и речедвигательного аппарата составляет единое целое со звукоразличительным аппаратом слуховых органов. Те и другие являются в действительности компонентами того разомкнутого при «встречах с объектом» рефлекторного кольца, о котором шла речь выше.

Но эти моторные компоненты играют роль не только корригирующих, дополняющих или усложняющих конечный сенсорный эффект, но играют роль активного фактора звукоразличения, определяющего уровень и качество этого процесса. Когда из процесса в целом экспериментально выключалось вокально-моторное звено, то неизбежно возникало явление своеобразной звуковысотной глухоты. Леонтьев пришел к выводу, что движения голосовых связок воспроизводят объек-

[39] См. Б. Г. Ананьев, А. М. Веккер и др. Осязание в процессах познания и труда. М., Изд. АПН РСФСР, 1959.

тивную звуковысотную природу. Различия между механизмом осязания и слуха заключены в том, что в механизме ощупывающей руки рецептирующие элементы находятся вместе с двигательно-кинестетическими, между тем как в слуховой системе они разделены пространственно, относятся к разным органам (слуховому рецептору и звукодвигательному органу). Тем не менее эта пространственная разделенность, усложняя характер внутреннего процесса, не изменяет общего принципа единого рефлекторного кольца, производящего ощущение.

Эти выводы из исследований Леонтьева надо признать весьма важными для понимания общего механизма чувственного отражения. Деятельность этого механизма благодаря сочетанию сенсорных и моторных компонентов воспроизводит объективные свойства воздействующих на рецептор вещей и является *уподоблением их природе.* [40]

Вместе с тем новейшие психологические исследования позволяют выявить участие в таком кольце сосудистых и секреторных реакций рецептора, а также сопутствующих реакций вегетативной нервной системы, как это было показано Орбели и его сотрудниками. Благодаря этим факторам ощущения имеют эмоциональный тон, выступают как источники стенических или астенических чувствований, переживаний. Систематические исследования обратных связей (от мозгового конца к рецепторам) позволяют и самый образ понять как рефлекторный эффект.

В современной психологической науке самый образ стал трактоваться как рефлекторный эффект работы анализатора, поскольку все больше накапливается экспериментальных фактов в пользу идеи обратной проводимости. Особенно ценными являются экспериментальные данные Соколова, исследующего общий механизм ощущений и восприятия. В общепсихологическом плане подобное понимание развивает и Веккер, основывающийся на экспериментальных работах в области теории восприятия.

Образование и дифференцировка условных рефлексов с анализаторов выявляет исключительную подвижность механизма анализаторной деятельности, пластичность чувствующих систем мозга, их изменчивость под влиянием ряда факторов, прежде всего практической деятельности человека. Это положение позволяет объяснить многие факты сенсибилизации, открытые советскими учеными. Вместе с тем все больше уясняется метафизический характер представлений психофизики о неизменности абсолютных и разностных порогов ощущений.

---

[40] См. А. Н. Леонтьев. Проблемы развития психики. М., Изд. АПН РСФСР, 1959.

Таковы лишь некоторые фрагменты к характеристике прогресса того аспекта теории ощущений, который можно условно назвать онтологическим. К этому можно добавить, что изучение нейродинамических явлений в анализаторной деятельности дает основания для понимания процессуальных ощущений, его фазового характера и динамики. При правильной постановке проблемы этот аспект естественно переходит в гносеологический — изучение становления адекватности образа, его относительного соответствия определенной форме вещества и движущейся материи.

Ощущения и потребности

Постановка вопроса о соотношении ощущений и потребностей подготовлена всем ходом развития современной физиологии и психологии. Этот вопрос является составной частью более общей проблемы — соотношения процесса отражения и процесса жизнедеятельности в целом. Формы вещества, формы движущейся материи отражаются в мозгу прежде всего в виде ощущений определенной модальности. Из ассоциаций и переработки бесконечного и разнородного множества ощущений возникают более сложные виды отражательной деятельности. Ощущения как элемент познания и сознания человека, обусловленный воздействием движущейся материи на органы чувств, анализаторы в целом — разносторонне изучены физиологией и психологией. Со времени Сеченова эти науки стали учитывать также роль ощущения в деятельности человека, так как с открытием мышечного чувства эта роль обнаружилась в самых разнообразных движениях опорно-двигательного рабочего и артикуляционного двигательных аппаратов организма.

Поэтому ощущения рассматриваются современной наукой не только как источник сознания, но и как источник деятельности, поскольку от афферентации движений зависит их структура и произвольный характер.

Предположения Сеченова о существовании «общего чувства или самочувствия», «темного» и слитного рецептивного фона процесса жизнедеятельности были подтверждены большим количеством физиологических исследований (особенно из лабораторий Быкова) по изучению интероцепторов и их деятельности — многообразных интероцептивных ощущений. Показано, что процесс выработки и дифференцировки условных рефлексов с интероцепторов существенно отличается от аналогичного процесса образования и дифференцировки условных рефлексов с анализаторов внешней среды. Интероцептивные безусловные и условные рефлексы непосредственно

связаны с процессами жизнедеятельности организма, сигнализируя в мозг об этих процессах, а на этой основе — способствуя корковой регуляции процессов, происходящих во внутренней среде организма. С открытием нового класса анализаторных реакций — интероцептивных сигнализаций стало возможно рассматривать ощущения как необходимый элемент жизнедеятельности, непосредственно связанный с основными материальными потребностями организма.

Ощущения, следовательно, связаны с отражением, поведением и жизнедеятельностью человека, т. е., будучи элементом каждой из этих сторон жизни человека, выражают ее в целом. Поэтому становится возможным изучение связи ощущений с потребностями, являющимися первичной и самой общей формой внутренних побуждений человека к деятельности. С точки зрения современного естествознания и психологии, потребность рассматривается как внутреннее требование организма к жизненно необходимым условиям внешней среды. Организм строит себя из веществ внешней среды посредством обмена веществ. В результате филогенетического развития складывается определенная внутренняя необходимость в определенных веществах и условиях внешней среды, т. е. потребность в них, обусловленная сложившимся способом взаимодействия организма со средой. Первоначально потребности выступают в форме безусловных рефлексов (гомеостатических, пищевых, ориентировочных, оборонительно-двигательных, половых и т. д.). В процессе филогенетического развития высших животных безусловные рефлексы приобретают весьма сложный характер цепных реакций (типа инстинктов), причем начинают регулироваться и корой головного мозга.

В настоящее время можно считать установленным, что имеется корковое представительство безусловнорефлекторных аппаратов. Безусловные рефлексы выступают в качестве подкрепления массы разнородных условных рефлексов с анализаторов внешней среды. Однако даже у животных безусловные рефлексы не являются единственной формой подкрепления временных связей. Не только у обезьян, но и у собак вырабатываются условные рефлексы на базе других условных рефлексов, хорошо упроченных на базе безусловных рефлексов. Можно предполагать, что упроченный условный рефлекс сам выступает в качестве подкрепления новых временных связей, т. е. представляет собой мотив поведения, индивидуально выработанное внутреннее требование организма к определенным внешним условиям.

Опыты по изучению высшей нервной деятельности у детей и взрослых людей показали, что вырабатываемые под влиянием внешнего стереотипа динамические стереотипы являют-

ся своеобразным подкреплением для вырабатываемой вновь отдельной условнорефлекторной реакции. Динамические стереотипы являются механизмом привычки, которая в психологии рассматривается как сложная цепь навыков, превратившихся в потребность. Именно поэтому установка или ломка динамического стереотипа сопровождаются, как подчеркнул Павлов, сильными эмоциональными состояниями, т. е. целостными изменениями личности. Привычка, ставшая потребностью, является одной из движущих сил развития человеческой деятельности. Ушинский справедливо считал силу привычки одним из важнейших двигателей развития ребенка. Можно сказать, что в привычках выражаются индивидуально приобретаемые внутренние требования к внешним условиям, подчиняющие себе и преобразующие более примитивные безусловнорефлекторные подкрепления. Из физиологических исследований следует, что важную роль подкрепления новых временных связей у человека играет слово как сигнал сигналов. Объясняется это могучее действие слова ведущей ролью второй сигнальной системы в совместной работе двух сигнальных систем. Однако это объяснение, будучи правильным, все же является недостаточным. Дело в том, что подкреплением может быть лишь такое внешнее воздействие, в котором организм, человек, испытывает потребность, т. е. выражает внутреннее требование своей природы. Можно думать, что слово выступает не только в роли сигналов, но и в роли подкрепления лишь благодаря одной из коренных потребностей человека как общественного индивида, а именно потребности общения. Не случайно Энгельс связывал возникновение языка с развитием этой потребности людей в общении, неразрывно связанном с коллективным характером трудового воздействия людей на природу. В онтогенезе речи детей ясно можно выявить зависимость формирования словесного состава и грамматического строя их речи от формирования потребностей в общении. Даже речевой слух и кинестезия артикуляционного аппарата детей оказывается зависимой от процесса становления этой потребности. Потребности в общении и совместной деятельности являются специфически человеческими, выражающими общественную природу человека. Благодаря общественному способу существования и зависимости потребления от общественного производства, коренным образом изменяются и материальные потребности человека, имеющие животное происхождение. Марксистское учение о зависимости развития потребностей от общественного производства и об условиях воспроизводства потребностей позволяет понять основные закономерности развития материальных и культурных потребностей человека. В свете этого учения приобретает

важное значение идея Чернышевского о качественном изменении соотношения между ощущениями и потребностями у человека сравнительно с животными.

Чернышевский подчеркивал, что у всех животных ощущения от внешних воздействий (зрительные, слуховые и т. д.) лишь обслуживают такие основные деятельности животного организма, как, например, питание и размножение. У человека же ощущения сами становятся особым видом потребности в познании внешнего мира, приобретая самостоятельное, относительно независимое от питания и размножения жизненное значение. Эта идея Чернышевского получает свое значение в свете историко-материалистического понимания общественной сущности человека, единства процесса познания и общественно-трудовой практической деятельности. В частности, в свете этого учения уясняется мысль Чернышевского о том, что у человека возникают новые эстетические потребности, генезис которых связан с выделением в особые чувствительные деятельности наблюдения («созерцания») и слушания.

Изучение специфических для человека соотношений между ощущением и потребностями хотя и подготовлено всем ходом развития науки, однако еще только начинается. Тем более важно учесть те факты, которые обосновывают возможность такого изучения средствами современной науки. Рассмотрим некоторые из них.

В психологии имеются некоторые данные о фазном характере динамики потребности. Известно, что в регулярном воспроизведении потребностей первой фазой является напряжение данной потребности, возникающее по мере объективного недостатка организма в соответствующих материалах внешней среды (например, питательных веществ). Чем сильнее этот недостаток, тем выше уровень напряжения потребности. При этом в состоянии напряжения данной потребности повышается общий тонус организма, а особенно тех анализаторов, различительная деятельность которых необходима для поисков и овладения предметом потребности. Так, например, в состоянии голода повышается чувствительность не только вкусового анализатора, но и других анализаторов внешней среды (например, зрительного или слухового), направленных на ориентировку в различных сигналах пищевых объектов. Потребность в пище определяет избирательный характер деятельности других анализаторов внешней среды. Но таково положение со всеми потребностями, первая фаза (напряжение) которых выражается в соответствующем снижении порогов, а следовательно, повышении чувствительности целого ансамбля анализаторов.

Интересно отметить, что в первой фазе динамики потребности резко повышается возбудимость этих анализаторных систем и усиливаются разнообразные ориентировочные реакции. Между ними устанавливаются отношения по типу доминантных и субдоминантных очагов в больших полушариях. Так происходит до непосредственной встречи человека с предметом потребности. Эта встреча является началом новой фазы в динамике потребности, а именно собственно потребления. В процессе потребления субординационные отношения усиливаются, приводя к торможению всех тех анализаторных систем, которые непосредственно не участвуют в акте потребления. Поэтому постепенно снижаются ориентировочные реакции, понижается чувствительность тех анализаторов, ощущения которых уже не имеют сигнального значения для акта потребления. Наконец, третья фаза динамики данной потребности — насыщения — характеризуется постепенным снижением чувствительности основного в этой ситуации анализатора (например, вкусового в акте еды), растормаживанием других деятельностей, постепенным повышением чувствительности других анализаторов. Насыщение одной потребности, как известно, открывает путь возникновению и удовлетворению других потребностей.

Фазный характер динамики потребности (напряжение, потребление, насыщение) показывает зависимость характера и изменения ощущений от этих внутренних требований организма в определенных нормальных условиях. Но вместе с тем фазный характер динамики потребностей свидетельствует о том, что каждая фаза имеет свой сенсорный состав в определенном соотношении анализаторных систем и уровне их чувствительности, т. е. в известной мере ими определяется. Имеются и более прямые доказательства зависимости потребностей от ощущений определенных модальностей. Эти доказательства дает дефектология. При врожденной слепоте, глухонемоте и слепоглухонемоте, т. е. сильных сенсорных ограничениях, существенно изменяется характер и динамика потребностей. Лишь с возмещением этих дефектов постепенно восстанавливаются структура и объем, динамика и мотивационное значение потребностей.

Расширение и уточнение материальных потребностей ребенка, не говоря уже о постепенном формировании его культурных потребностей, связано с постепенным накоплением его чувственного опыта, а на его основе — развития речи и мышления.

Культура наблюдения, слушания, ощупывания и других чувственных деятельностей ребенка является условием развития его потребностей. Взаимосвязь ощущений и потребностей

составляет общее условие развития как ощущений, так и потребностей.

Известно, что в идеалистической психологии потребность рассматривается как субъективно обусловленное внутреннее побуждение человека к деятельности. Субъективность потребности истолковывается как спонтанная направленность человека на тот или иной объект, как последовательное развертывание мотива действия изнутри к внешней деятельности. Такое понимание является антинаучным, поскольку оно нарочито игнорирует материальную обусловленность потребности внешними условиями, единство организма с измененными условиями его существования во внешней среде. Как и все состояние человека, потребности объективно детерминированы условиями жизни в природе и обществе. Как было указано выше, потребности выражают внутренние требования организма и личности человека в жизненно необходимых условиях. Поэтому их следует рассматривать как своеобразное отражение этих условий. Поскольку они являются моментами отражения объективной действительности, постольку они и являются мотивами или внутренними побуждениями к деятельности. Но именно поэтому они неразрывно связаны с такими элементами отражения, какими являются ощущения. Однако между разными потребностями и разными ощущениями отношения складываются своеобразно, отражая определенный способ взаимодействия человека с окружающей его действительностью.

Рассмотрим с этой целью классификацию ощущений в их значении для основных потребностей.

В результате научных исследований за последние полвека значительно расширились и уточнились наши знания о видах ощущений. В настоящее время можно выделить следующие ощущения: зрительные, слуховые, обонятельные, вкусовые, тактильные, температурные, болевые, мышечно-суставные, вибрационные, статико-кинетические, органические. Попытки классифицировать эти разнообразные ощущения в определенной системе предпринимались различные. Наиболее общепринятой оказалась двойная классификация Шеррингтона. Известно, что первая из его классификаций исходит из характера приспособления рецепторов к внешней и внутренней среде организма. Отсюда деление всех видов ощущений на группы: экстероцептивных и интероцептивных. Переходное между ними положение занимает проприоцептивная группа, к которой относятся рецепторные приспособления в виде ощущений положения тела и мышечные ощущения.

Вторая классификация Шеррингтона группирует рецепторные деятельности по принципу контактного или дистант-

ного характера взаимодействия внешних рецепторов (экстероцепторов) с раздражителями внешней среды. Эта классификация носит более частный характер, так как охватывает только группу экстероцепторов, что же касается первой классификации Шеррингтона, то она была принята за основу в физиологии и психологии. С открытием Павловым механизма анализаторов и преобразованием учения о функциях рецепторов существенно изменилось понимание природы ощущений, но форма классификации ощущений осталась в основном той же. Сам Павлов не предложил какой-либо особой классификации анализаторов, но привел еще новые, более углубленные обоснования в пользу деления анализаторов на внешние и внутренние. К анализаторам внешней среды он относил *световой, звуковой, кожномеханический, температурный*, ротовой. К анализаторам внутренней среды он относил двигательный и интероцептивный.

Несомненно, что такое деление соответствует предмету и условиям деятельности различных анализаторов. Все же оно еще недостаточно для понимания взаимосвязей между внешней и внутренней средой организма. В трудах Павлова и его последователей имеется много данных для понимания более тонких и сложных отношений между поведением организма во внешней среде и общим процессом жизнедеятельности. Экспериментально-психологические исследования также позволяют ставить вопрос об этих сложных отношениях, приближая постановку интересующей нас проблемы взаимосвязи ощущений и потребностей.

Из этих данных особый интерес представляют собой факты Гусева. Он пришел к выводу, изучая динамику вкусовой чувствительности, что вкусовой анализатор выполняет двойную сигнализационную функцию. Во-первых, вкусовой анализатор является анализатором химической природы вкусовых веществ и в качестве такового является одним из экстероприборов. Во-вторых, вкусовой анализатор очень тонко отражает внутреннее состояние организма, особенно переходы от голодания к сытости. Гусевым приведены многие экспериментальные данные зависимости порогов сладкого вкуса от состояния углеводного обмена, порогов соленого вкуса от состояния минерального обмена в организме. Динамика порогов очень тонко отражает процесс напряжения, потребления и насыщения, т. е. фазы потребности в пище.

В последующем физиолог Черниговский и морфолог Лаврентьев установили, что строение и функции клеток вкусового и интероцептивного рецепторов имеют много сходного, что, вероятно, они имеют и общее происхождение. Можно предположить, что между вкусовым и интероцептивным анализато-

ром существует глубокая генетическая и функциональная связь. Вероятно, что интероцептивные аппараты связываются с внешней средой через вкусовой анализатор именно потому, что этот анализатор отражает не только изменения во внешней, но и во внутренней среде. Но нечто сходное мы обнаруживаем и в обонятельном анализаторе, как это показал Бронштейн. Если мы обратимся к интероцепторам, то окажется, что среди них одно из главнейших мест занимают хеморецепторы внутренней среды. По отношению к хеморецепторам в целом (вкусовому, обонятельному, интероцептивному) деление их на внешние и внутренние оказывается весьма относительным.

Весьма интересным с точки зрения единства внешнего и внутреннего является деятельность температурного анализатора. Известно, что температурные ощущения отражают не температуру внешней среды безотносительно к температуре самого тела организма, не температуру тела как таковую. В температурных ощущениях отражаются отношения между тем и другим, т. е. процесс теплообмена и терморегулирования в целом. А именно с этими основными процессами и связана динамика потребности в определенных температурных условиях, на основе которых вырастает потребность человека в одежде и жилье.

Интересно отметить, что вкусовые, обонятельные, температурные и интероцептивные ощущения обладают более или менее постоянным эмоциональным тоном. Эмоциональность обонятельных или температурных ощущений такова, что затрудняет классификацию собственно познавательных компонентов этих ощущений. Еще в большей степени это положение относится к болевым ощущениям. Все еще продолжается спор в науке по поводу того, является ли боль ощущением или эмоцией. Мы думаем, что боль — и ощущение и эмоция, что оба эти определения специфичны для боли, тесно связанной с гомеостатическими и оборонительными безусловными рефлексами.

Не случайно указание на особую эмоциональность в динамике этих ощущений, равно как и вкусовых, обонятельных, температурных. Эмоции являются выражением основных потребностей, их динамика связана с удовлетворением или неудовлетворением этих потребностей. В этих группах ощущений мы имеем своего рода непосредственное слитие процессов — отражения и динамики материальных потребностей. Вероятно, что у животного все остальные ощущения (зрительные, слуховые и т. д.) лишь обслуживают эти потребности, являются как бы дополнительной сигнализацией для формирования готовности соответствующих аппаратов к пи-

щевому, тепловому и другим формам обмена веществ между организмом и средой. У человека, как правильно думал Чернышевский, положение коренным образом изменяется. Вместе с образованием языка и развитием процесса общения слуховые ощущения начинают выполнять новую функцию, связанную с удовлетворением потребности в общении. Особенно большую роль в развитии познавательных потребностей и интересов играли и играют зрительные ощущения (ахроматические, хроматические, пространственные видения). Развитие искусства (живописи, скульптуры, музыки и т. д.) предъявляло новые требования к зрению и к слуху, ставшим орудиями эстетических потребностей

На основе предметной, трудовой деятельности преобразовались тактильная и мышечная чувствительность, с развитием которых связано формирование потребностей в деятельности, все еще мало изученных психологией.

Благодаря общественному развитию человека, воспроизводству его потребностей на основе производства материальной жизни общества чувственные деятельности анализаторов стали орудиями удовлетворения растущих материальных и культурных потребностей людей. Именно потому, что ощущения являются основным элементом отражения человеком объективной действительности, они испытывают на себе все основные влияния образа жизни и деятельности людей, их потребностей.

ГЛАВА II

СЕНСОРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЧЕЛОВЕКА

О структуре чувственного отражения человеком объективной действительности

Познание человеком объективной действительности есть сложный и противоречивый процесс, в котором чувственное и логическое отражение составляют необходимые стадии или ступени. Чувственное и логическое взаимосвязаны в этом едином процессе познания; они объединены практикой как критерием истины и источником познания. Таковы вкратце основные положения марксистско-ленинской теории познания. Метафизический характер односторонне эмпирического или рационалистического толкования процесса познания впервые преодолен именно этой теорией с ее идеей практики как критерия истины и источника познания.

Как домарксовский метафизический материализм, так и современный естественнонаучный материализм не выходил и не выходит за пределы натуралистического толкования человека как изолированного от общества естественного индивида (организма). Марксистско-ленинская философия применяет исторический материализм в объяснении общественной сущности человеческого сознания и познания, вскрывая роль труда и языка, потребностей общественного производства и производственных отношений между людьми в процессе познания объективных законов природы и общества. Познавательная деятельность человека как организма неразрывно связана с общественными отношениями и практикой, определяющими эту деятельность в разных связях и отношениях. Естественно поэтому, что самым главным и общим вопросом современной материалистической теории познания является вопрос о единстве процесса познания, о взаимосвя-

зях в его целостной структуре чувственного, логического и практического, их объединения на почве практики.

Напомню в этой связи важнейшие мысли Ленина, высказанные им в конспекте книги Гегеля «Наука логики». Ленин писал: «От живого созерцания к абстрактному мышлению *и от него к практике* — таков диалектический путь познания *истины*, познания объективной реальности».[1] Развивая эту же мысль, Ленин далее отметил: «***Практика выше (теоретического) познания,*** ибо она имеет не только достоинство всеобщности, но и непосредственной действительности».[2]

Именно поэтому практика есть внутренне необходимый завершающий момент процесса познания, определяющий не только его эффект, но и единство «всеобщности» мышления с «непосредственной действительностью» чувственного отражения.

С этих позиций логика всего процесса познания охватывает все три ступени познания в их взаимосвязи на почве практики. Можно сказать, что по отношению к этой логике каждая ступень познания является только частью, которую нельзя понять вне и безотносительно к этому целому, т. е. единству всего процесса познания.

В данном случае мы имеем в области познания определенное соотношение частей и целого, их диалектику. Целое образуется из частей, но вместе с тем определяет каждую из них закономерными взаимосвязями. Но из диалектики известно, что по отношению к составляющим его компонентам и часть является относительно целым, своего рода структурой, в которой каждый из компонентов занимает определенное место. Это вполне оправдывает себя в отношении рационального или логического познания. Хотя оно имеет своим источником чувственное познание, а само неизбежно развивается в сторону практики, проверяясь и развиваясь в практике, тем не менее составляет относительно самостоятельное целое. Все логические операции (анализ и синтез, индукция и дедукция, систематизация и классификация и т. д), все категории мышления, отражающие объективные существенные взаимосвязи: причинно-следственные, функциональные и т. д., все формы логического мышления взаимосвязаны, взаимопроникают друг друга; явления рационального познания определяются законами мышления, отражающими объективные законы природы и общества.

Ни у одного из философов-марксистов не возникает сомнения в том, что рациональное познание следует рассматри-

---

[1] В. И. Ленин. Соч., т. 38, стр. 161.
[2] Там же, стр. 205.

вать не только как часть общего процесса познания, но и как относительно самостоятельное целое.

Современная наука подтверждает правильность такого логико-гносеологического подхода. Языкознание, также исходящее из марксистско-ленинского учения о единстве языка и мышления, изучая внутренние законы развития языка в тесной связи с историей мышления, ясно показывает, что множество разнородных явлений языка (фонетических, лексических, семантических и т. д.) объединяются в одно целое грамматическим строем языка, включая его морфологию и синтаксис. Именно грамматический строй языка составляет структуру языка, объединяющую все компоненты и явления языка, и именно эта структура наиболее интимно связана с логической структурой рационального познания.

Современная физиология высшей нервной деятельности человека учением о второй сигнальной системе обосновывает со стороны механизма мозговой деятельности человека эти выводы о целостном, системном или структурном характере речи и мышления.

В общем есть все основания считать, основываясь на диалектической логике и теории познания, языкознании и физиологии, что рациональное познание, являющееся частью общего процесса познания, есть вместе с тем относительно самостоятельное целое, т. е. обладает своеобразной структурой и системой связей между всеми составляющими его компонентами.

К этому же выводу приходит и психологическая наука на основании исследований умственного развития детей, сравнительного изучения мышления нормальных и психически больных людей, исследований взаимосвязи между различными формами мышления в умственной деятельности человека.

Формирование в процессе образования структуры мыслительной деятельности есть один из наиболее характерных моментов постепенного становления умственной зрелости человека.

Таково положение с проблемой мышления и рационального познания, которое мы имеем основание рассматривать и как часть общей структуры познания, но вместе с тем и как относительно самостоятельное целое.

Естественно возникает аналогичный вопрос относительно чувственного познания, тем более, что оно составляет источник всего процесса познания.

Достаточно напомнить, что писал об этом Ленин: «Вопрос о том, принять или отвергнуть понятие материи, есть вопрос о доверии человека к показаниям его органов чувств, вопрос об источнике нашего познания... который может быть переря-

жен на тысячи ладов клоунами-профессорами, но который не может устареть, как не может устареть вопрос о том, является ли источником человеческого познания зрение и осязание, слух и обоняние».[3]

В этом же основном философском труде «Материализм и эмпириокритицизм» Ленин утверждал в полном соответствии с современным состоянием естествознания: «Ощущение есть образ движущейся материи. Иначе, как через ощущения, мы ни о каких формах вещества и ни о каких формах движения ничего узнать не можем...»[4]

С точки зрения теории отражения именно в ощущении дана непосредственная связь сознания человека с окружающим миром. Именно в ощущении выражается диалектический переход от материи к сознанию. Данный переход «есть превращение энергии внешнего раздражения в факт сознания. Это превращение каждый человек миллионы раз наблюдал и наблюдает действительно на каждом шагу».[5]

На этом ленинском положении следует остановиться особо, так как оно имеет принципиальное значение для понимания ощущений как источников всего процесса познания и деятельности человека. В философской литературе (особенно в работах Тодора Павлова и Киселинчева) переход от материи к сознанию рассматривается преимущественно в плане, если можно так выразиться, истории отражения. Развитие материи во всех формах ее движения и на всех этапах развития характеризуется известными явлениями отражения.

Субъективное отражение в образах как продукт рефлекторной деятельности мозга есть лишь высшая форма отражения, свойственного движущейся материи в целом, в том числе и неорганической природы. Ленин считал весьма важной эту проблему перехода от неощущающей материи к ощущающей, полагая, что и в так называемой неощущающей материи есть свойство, сходное с ощущением, т. е. явление отражения. Это фундаментальная проблема всей материалистической философии и естествознания, которую Ленин призывал исследовать и исследовать.

Но в данном плане проблема ощущений, конечно, не ставится как проблема источника познания, так как источник *человеческого познания* заключен в *человеческих ощущениях,* а не в предыстории развития жизни и чувствительности вообще.

Если же проблему диалектического перехода от материи

---

[3] В. И. Ленин. Соч., т. 14, стр. 117.
[4] Там же, стр. 288.
[5] Там же, стр. 39—40.

к сознанию решать только в подобном плане перехода от неорганической к органической материи, то создается ошибочное представление о том, будто бы такой переход не имеет места в жизни человека, именно в развитии его познавательной деятельности. Но без такого перехода нельзя понять и того, почему и как всякое ее явление, в том числе и мышление, есть отражение движущейся материи. Отражение немыслимо без постоянного и непрерывного перехода от материи к сознанию, которое осуществляется бесконечной (для индивидуальной жизни) массой ощущений.

Примечательно, что современные философы-марксисты, внимательно изучающие философские труды Ленина, особенно «Материализм и эмпириокритицизм», многократно цитирующие одни и те же положения Ленина в разных контекстах, именно это положение Ленина недостаточно исследуют, а подчас и не комментируют. Ни в одном из современных руководств или монографий по теории познания мы не встретим хотя бы комментария по поводу колоссальной множественности ощущений как доказательства непрерывного постоянного превращения энергии внешнего мира в факт сознания.

Как представить себе подобную массовидность и постоянство перехода от материи к сознанию в индивидуальной жизни человека?

Некоторый, весьма приблизительный ответ на этот вопрос дал в свое время Сеченов. Принимая состояние бодрствования за 12 часов дня и «положив средним числом на каждую новую фазу зрительного ощущения по 5 секунд, через глаз войдет больше 8000 ощущений, через ухо никак не меньше, а через движения мышц несравненно больше. И вся эта масса психических актов связывается между собой каждый день новым образом, сходство с предыдущим повторяется лишь в частностях».[6]

Уместно отметить, что Сеченов как материалист и естествоиспытатель полагал, что вся эта масса ощущений порождается воздействием внешнего мира на органы чувств и представляет собой ту или иную трансформацию внешних энергий в органах чувств и мозгу человека. Отсюда возникло обозначение органов чувств как трансформаторов внешней энергии (Павлов), причем каждый акт деятельности этих органов — периферических концов анализаторов — является превращением внешней энергии в первичный процесс.

Сеченовский расчет массы ощущений, конечно, весьма

---

[6] И. М. Сеченов. Рефлексы головного мозга. Избр. философск. и психолог. произв. М., Госполитиздат, 1947, стр. 135.

ориентировочный. Во времена Сеченова экспериментальное исследование ощущений различных модальностей только еще начиналось. Но в настоящее время, имея более точные данные о длительности и свойствах каждого ощущения любой модальности, можно рассчитать суточный, недельный, месячный, годовой и средний для всей жизни человека объем ощущений. Эту задачу могут и должны разрешить психология и физиология. Но пока эта задача не разрешена, продолжим расчет Сеченова, исходя из принятой им единицы измерения. Количество только зрительных ощущений будет колоссальным. Условно на неделю их будет приходиться 56 000, в месяц — 224 000, в год — 2 688 000. Принимая среднюю продолжительность жизни человека за 60 лет, мы получим число, превышающее 16 000 000 чувственных единиц. К этому следует добавить, что бодрствование в зрелом возрасте не ограничивается 12 часами, что, кроме зрительных ощущений, человек испытывает множество других, что ряд ощущений человек получает и в состоянии деятельности так называемых дежурных центров, в состоянии сна и т. д.

Все эти колоссальные массы ощущений ассоциируются по самым разным признакам, синтезируются в актах восприятия, закрепляются в виде следовых явлений, особенно в форме представлений, и входят обобщенными группами в состав мыслительных актов.

Чувственный источник мышления, следовательно, множествен и разнороден. Этот источник действует не однократно, порождая спонтанную мысль, а бесконечное число раз, связывая сознание с объективной действительностью.

Значит, надо понимать этот источник в движении, в непрестанном становлении, а не как инертную, пассивную единицу отражения, умирающую с рождением мысли. Увы, такое понимание чувственного источника как инертной однократно действующей силы сохранилось до сих пор и в нашей научной литературе. Справедливо подчеркивая ведущую роль теоретического мышления и языка по отношению к обобщению данных чувственного отражения, исследователи нередко изображают процесс умственного развития как смену чувственного познания логическим. Так представлял себе процесс умственного развития ребенка Выготский, так и сейчас изображают отличие подростка и юноши от ребенка многие психологи. Нечего говорить о том, что взрослый человек выступает в такой трактовке не как ощущающий и мыслящий, а только как мыслящий субъект, у которого сохранились лишь следы прошлых ощущений в его памяти.

Подобной рационалистической односторонностью страдают и те физиологи, которые абсолютизируют деятельность

второй сигнальной системы, отрывая ее от деятельности первой, или рассматривают первую сигнальную систему человека вне совокупной деятельности всех анализаторов, забывая указания Павлова, что кора больших полушарий есть прежде всего гигантский анализатор внешней и внутренней среды.

Из всего сказанного следует, что количественный анализ массы ощущений и ее *непрерывное воспроизводство* необходимы для понимания движения важнейшего процесса перехода от материи к сознанию. Лишь в этом плане можно понять сущность ощущений как движущихся и живых источников процесса познания.

Но не менее важен и качественный анализ этих сенсорных масс, образующих источник познания. В связи с этой задачей возвратимся к аналогии с рациональным познанием. Закономерно возникает вопрос о структуре чувственного познания, которое является, очевидно, не только начальной частью процесса познания, но и относительно самостоятельным целым. Такой вопрос вполне правомерен, если не усматривать в разнородной массе ощущений хаос случайных явлений, лишенных каких-либо взаимосвязей между собой. Идеалисты-психологи так именно и смотрят на ощущения. Джемс, например, являвшийся одновременно видным философом-прагматистом, усматривал в этом движении ощущений лишь хаотический поток, который человеческая воля пытается организовать в определённый опыт.

В психологической литературе вообще довольно распространен взгляд на своего рода *алогичность* чувственного познания в том смысле слова, что в нем нет объективных закономерных взаимосвязей, что оно бесконечно распылено между бесчисленным множеством единичных вещей, воздействующих на органы чувств.

При такой постановке вопроса игнорируется качественная разнородность состава чувственного отражения, взаимосвязь в нем различных модальностей. Считается, что вопрос о взаимодействии ощущений это особый, дополнительный вопрос, не имеющий прямого отношения к основным закономерностям чувственного отражения.

Поэтому, как ни парадоксально на первый взгляд, но *единство чувственного познания, целостность его структуры,* взаимосвязь между ее частями до сих пор еще недостаточно поняты, хотя именно чувственное познание составляет источник и основу рационального познания, в единой структуре которого нет никакого сомнения.

Системность и структурность мыслительной деятельности человека все более глубоко изучаются современной психологией путем сравнительных и экспериментальных исследований

формирования мышления ребенка и взрослого, нормального и душевнобольного человека, особенностей мыслительной деятельности человека в разнообразных областях практики.

Как в философии и логике, так в психологии и физиологии высшей нервной деятельности человека изучается разнородный состав мышления и взаимосвязь между всеми его формами, операциями и свойствами. Такое конкретное исследование абстрактных и обобщенных форм отражения имеет огромное значение для материалистической теории познания.

Но как это ни странно, в области чувственного познания правило такой конкретности исследования соблюдается совершенно недостаточно. В современной философской литературе главное внимание сосредоточивается на определении ощущений вообще, безотносительно к их модальностям, на обсуждении вопроса об общей природе и сущности чувственного познания. Это не значит, что философы не обращаются к конкретным видам ощущений, к современным научным данным об анализаторах человека. Но это обращение ограничивается иллюстрацией тех или иных положений теории отражения, примерами, подчас весьма случайными.

Между тем даже из разобранной раньше аналогии с логическим отражением следует необходимость изучения *состава* чувственного ощущения, являющегося еще более разнородным, чем состав логического познания, *взаимосвязей* между всеми анализаторными деятельностями, отражающими объективные взаимосвязи явлений материального мира, определяющими целостную рефлекторную деятельность мозга, т. е. структуры чувственного отражения в целом.

Это тем более необходимо, что за последнее столетие, особенно за первую половину нашего века, в огромной степени расширились естественнонаучные и психологические знания о деятельности органов чувств и анализаторов в целом, о различных видах ощущений. Вновь открыты некоторые виды, о которых раньше наука не знала. Дальше предположений о «шестом чувстве» столетие назад не шли даже самые пытливые ученые. Новые знания о видах ощущений человека во многом изменяют сложившиеся представления о возможностях чувственного познания человека, о действительном характере сенсорной организации человека. Мы сделаем попытку рассмотреть эти новые знания в их значении для дальнейшего развития материалистической теории познания.

Но прежде всего необходимо устранить недоразумение, которое в современной философской литературе связано с неправильным истолкованием одного замечания Ленина.

В конспекте книги Фейербаха «Лекции о сущности религии» Ленин отметил мысль Фейербаха о том, что у человека

как раз столько чувств, «сколько именно необходимо, чтобы воспринимать мир в его целостности, в его совокупности».

На полях своего конспекта Ленин написал: «Если бы человек имел больше чувств, открыл ли бы он больше вещей в мире? Нет». Далее Ленин подчеркнул, что это положение «важно против агностицизма».[7] Такова мысль Фейербаха и Ленина. Для прогресса познания нужны не новые чувства, еще не существующие у человека, а их совершенствование и соединение с теоретическим мышлением и практикой.

Известный болгарский философ-марксист Тодор Павлов обсуждал в своем труде «Теория отражения» возможность возникновения у человека в будущем каких-либо новых видов ощущений, считая эту проблему важной для теории познания. Другие философы, например Киселинчев, считают возможным отождествлять ощущения животных и человека, не видят прогресса чувственного познания человека и по сравнению с анализаторными деятельностями животных.

Но ни Тодор Павлов, ни Киселинчев не видят философской проблемы в том, что научное познание открыло в сенсорной организации человека много ранее неизвестных чувствительных деятельностей человеческого мозга. Недоразумение, о котором идет речь, заключается в том, что гипотетический вопрос о новых органах чувств, которые могут возникнуть в дальнейшей эволюции мозга, подменяет реальный вопрос о видах ощущений, вновь открытых наукой. Между тем включение новых знаний об этих видах не только расширяет наши представления о действительном составе чувственного отражения, но и характере закономерных взаимосвязей между всеми частными видами чувственного отражения.

Именно на современном уровне развития физиологии и психологии возможна постановка проблемы структуры чувственного познания с позиций материалистической теории познания. Идеалистическая теория познания неоднократно пыталась использовать данные физиологии органов чувств и экспериментальной психологии в целях обоснования своей знаковой концепции. Этому в значительной мере благоприятствовал физиологический идеализм и интроспекционизм субъективной психологии.

Весьма выразительный альянс физического и физиологического идеализма, а также интроспективной психологии представляет собой «Анализ ощущений» Маха, реакционная сущность философии которого была разоблачена Лениным.

Ленинская критика эмпириокритицизма покончила с этим эпигонским направлением субъективного идеализма. Но сле-

---

[7] В. И. Ленин. Соч., т. 38, стр. 60.

дует возвратиться к этой книге Маха в связи с интересующей нас проблемой. Дело в том, что Мах претенциозно определил задачу этой книги как построения новой теории науки на основе анализа ощущений человека. В конце своей книги Мах принужден был написать следующее: «Многим читателям мир в моем представлении кажется каким-то хаосом, каким-то клубком элементов, который распутать невозможно. Они упускают из виду руководящие объединяющие точки зрения». Именно эти «точки зрения» и были разрушены до основания философской критикой Ленина. Но осталось то, что сам Мах назвал «хаосом», «каким-то клубком элементов», в котором смешаны зрительные, вестибулярные и слуховые ощущения. Между зрением и ощущением равновесия Мах помещает волю, а между вестибулярными и слуховыми ощущениями — память. При ближайшем рассмотрении махистский анализ ощущений оказывается отрицанием какого-либо объективного порядка в чувственном познании, отрицанием его структуры.

В этом он также следует за Беркли, который, однако, открыто признавался, что для него различные ощущения лишь различные знаки божественного откровения.

Об этих призраках философского прошлого приходится вспоминать в связи с тем, что и современная идеалистическая философия в многообразии чувственных деятельностей видит проявление хаоса, который относительно упорядочивается вмешательством разума.

Несомненно, что проблема структуры чувственного познания может быть поставлена и решена только на почве материалистической теории познания, так как эта теория доводит анализ ощущений до конца, т. е. до объяснения причинной зависимости от форм вещества, от форм движущейся материи, от объективной действительности. Поэтому для этой теории за многообразием чувственных деятельностей человеческого мозга открывается «чувственный блеск материи» (Маркс), отражаемой в ощущениях, а за совокупностью этих деятельностей, их системой и структурой — «целостность» и «совокупность» явлений материального мира, как это формулировал Фейербах, положение которого сочувственно подчеркивал Ленин.

Именно поэтому вопрос о совокупности, составе и взаимосвязях в чувственном отражении не является вопросом только физиологии и психологии; он является вместе с тем весьма важным вопросом материалистической теории познания, который решается в соответствии с новейшими знаниями физиологии и психологии.

Некоторый подход к структурному анализу чувственного отражения имеется в качественном разделении его основных

форм: ощущений, восприятий и представлений. Общепринятым в современной материалистической теории познания и психологии является деление чувственного познания на элементарную и более общую форму — ощущение, более сложную форму непосредственного отражения — восприятие, обобщение и следы прошлых ощущений и восприятий — представление. Некоторые философы, впрочем, не считают важным расчленять чувственные образы на ощущения и восприятия. Так, например, Леонов хотя и упоминает об ощущениях, однако рассматривает их только как момент восприятия. В его книге «Очерк диалектического материализма» сказано следующее: «Первую ступень познания составляет живое созерцание. Чувственные восприятия выступают в качестве непосредственной связи человеческого сознания с внешним миром и являются прямо или косвенно источником всех наших знаний».[8]

По Леонову, чувственное отражение состоит из восприятий и представлений, причем представление, конечно, не является непосредственной связью сознания с внешним миром, а есть «первая, элементарная форма обобщения чувственных восприятий».[9] Как же быть с ощущениями, которые Ленин рассматривал именно в качестве такой непосредственной связи сознания с окружающим миром? На этот счет Леонов высказывает мнение, что «мы не имеем „чистых", изолированных друг от друга ощущений, а имеем ощущения, которые органически включены в восприятие в качестве его неразрывных составных частей... Восприятие предмета имеет в своем составе ощущение, доставляемое различными органами чувств».[10]

Сходное положение развивает Гайдуков. Он пишет в своей работе «Познаваемость мира и его закономерности»: «Посредством ощущений человек отражает различные свойства и качества предметов внешнего мира (твердость, шероховатость, мягкость, форму, цвет, звук, запах и т. п.). Но в действительности не существует „чистых" качеств и свойств, изолированных от предметов, а существуют целостные предметы, которые обладают определенными качествами и свойствами... Вследствие этого наше чувственное познание исторически развилось как способность предметного отражения материального мира».[11] Но в отличие от Леонова, который не допускает возможности самостоятельного существования ощущения ни в какой момент отражения, Гайдуков считает, что «ощущения и

[8] М. А. Леонов. Очерк диалектического материализма. М., Госполитиздат, 1948, стр. 566.

[9] Там же.

[10] Там же, стр. 567.

[11] См. Сб. «О диалектическом материализме». М., Госполитиздат, 1952, стр. 333.

восприятия являются двумя моментами, фазами единого чувственного познания»,[12] хотя, по его мнению, именно восприятия составляют главную форму этого познания.

Эти нюансы в определении основных форм чувственного познания не являются существенными. Ощущения — компонент (Леонов) или момент (Гайдуков) восприятия — таков вывод из данной концепции. Отсюда «двуслойная» структура чувственного познания, состоящего из восприятий и представлений.

Если перевести это на физиологический язык, то, значит, в рефлекторной деятельности имеются лишь *условные рефлексы на комплексные раздражители* (восприятия) *и их следы в виде временных связей между мозговыми концами анализиторов*. Но то и другое есть формы синтетической деятельности, которая невозможна без дробного анализа внешних объектов. Ощущение как функция такого дробного анализа, составляющего основу основ синтетической деятельности, фактически не признается за реальное явление отражения. На такой концепции ясно сказывается влияние гештальттеории, которая объявила ощущение фикцией, предрассудком элементарной, атомистической психологии.

Нельзя забывать о том, что ощущения, по выражению Сеченова, «извне навязанные» внешним миром — состояния сознания. Именно через ощущения мы узнаем о формах вещества и о формах движения, как на это указывал Ленин. Свести весь процесс отражения только к отражению предметов, составляющих очень важный объект познания и практической деятельности, это значило бы крайне обеднить процесс познания, не говоря уже о том, что мы тем самым подменили бы более общую характеристику — отражение материи в различных ее формах — более частной характеристикой — отражением предметов внешнего мира.

Поэтому нам представляется более правильной точка зрения, развитая в других философских работах. К ним надо отнести работы Хасхачиха «О познаваемости мира» и «Материя и сознание». Он писал: «Марксистский философский материализм учит, что источником всех наших знаний являются ощущения... Различные ощущения соответствуют различным сторонам, свойствам объективного мира».[13] Что касается восприятия, то, по не очень точному определению автора, «отнесенные к определенным предметам и отображающие их — комплексы ощущений называются *чувственным восприятием*».[14]

---

[12] Там же, стр. 334.

[13] Ф. И. Хасхачих. Материя и сознание. М., Госполитиздат, 1952, стр. 116.

[14] Там же, стр. 142.

Третьей формой чувственного отражения являются представления. Подобного же взгляда придерживается Андреев, который прямо определяет состав чувственного отражения: «...*Ощущения, восприятия и представления* являются теми основными формами, при помощи которых в нашем сознании непосредственно отражаются предметы, явления окружающего нас мира».[15] Так же определяет состав чувственного отражения Ойзерман: «Ощущения, восприятия, представления образуют первую ступень познания действительности».[16]

Такова вторая концепция трехсоставного характера чувственного отражения. Весьма интересный, хотя и спорный, аспект такого состава чувственного отражения разработан Кальсиным,[17] который также вычленяет в чувственном отражении ощущения, восприятия и представления, но последнее понятие рассматривает как «систему знаний», поскольку оно отражает объективное взаимодействие предметов.

Поэтому представление является одновременно синтезом чувственных образов и стороной мыслительного процесса — оперирования понятиями. Однако нельзя согласиться с Кальсиным в искусственном разделении видов ощущений на «основные» и «надстроечные», что не способствует, а затрудняет подход к структурному исследованию состава чувственного отражения.

В труде философа Т. Павлова «Теория отражения» наибольший интерес представляет трактовка социально-исторического развития и трудового опосредствования человеческих ощущений. Дело в том, что ощущения человека как общественного индивида существенно отличаются от ощущений животных вследствие прямого влияния общественного труда и его орудий на развитие органов чувств и анализаторов человека. Поэтому Т. Павлов заключает, что «рука плюс „удлиняющее" ее орудие труда равняется качественно новому (уже не только в биологическом отношении) органу ориентации в мире и воздействия на него», что «и в этом смысле глаз плюс „удлиняющее" его орудие равняется качественно новому (именно человеческому) органу восприятия вещей и воздействия на них».[18] Хотя в вышеуказанных работах советских философов также указывается на влияние труда и расширение сферы деятельности органов чувств оптической, акустической,

---

[15] И. Андреев. Диалектический материализм о процессе познания. М., Госполитиздат, 1954, стр. 38.

[16] Т. И. Ойзерман. Основные ступени процесса познания. М., Изд. «Знание», 1957, стр. 28.

[17] Ф. Ф. Кальсин. Основные вопросы теории познания. Горький, 1957.

[18] Т. Павлов. Теория отражения, стр. 93.

механической и другой техникой, однако Павлов наиболее глубоко и систематически исследовал это влияние. Это тем более важно отметить, что другой болгарский философ-марксист Киселинчев счел возможным абстрагироваться от общественно-трудовой сущности чувственного познания и рассмотреть его лишь материалистически. Возможно, что такое абстрагирование определялось задачей установления связей между марксистско-ленинской теорией отражения и учением И. П. Павлова о высшей нервной деятельности.[19] Как Павлов, так и Киселинчев не вычленяют ощущения и восприятия в общем процессе чувственного отражения, но особо выделяют представления. Французский философ-марксист Гароди,[20] напротив, различает ощущения и восприятия, связывая последние с условным рефлексом, но не выделяет представлений, прямо переходя к мышлению. Что касается английского философа-марксиста Корнфорта,[21] то он объединяет все явления чувственного отражения в «показания чувств».

Этот весьма краткий обзор взглядов современных философов-марксистов показывает, что в современной марксистской литературе по вопросам теории познания имеются существенные расхождения по вопросу об основных формах чувственного отражения. Но эти расхождения остаются скрытыми, так как в философской среде не обсуждается этот вопрос как специальный вопрос теории познания.

Но более важно отметить, что выделение и расчленение чувственного отражения хотя и осуществляется различно в современной философской литературе, тем не менее является стремлением понять своеобразие структуры чувственного отражения как соотношения определенных форм, а вместе с тем моментов процесса чувственного отражения. Обращает на себя внимание, что выделяемые формы трактуются не только как моменты единого развивающегося процесса, но и как уровни от самого элементарного (ощущение) до самого сложного (представление), являющегося известного рода обобщением чувственных знаний об объективной действительности.

Виды чувственного отражения и их взаимосвязь

Ощущение, восприятие и представление — основные формы чувственного отражения. Но эти формы нельзя отрывать от их содержания, т. е. отражения движущейся материи. Если

---

[19] См.: А. Киселинчев. Марксистско-ленинская теория отражения и учение И. Павлова о высшей нервной деятельности. М., 1956.

[20] Р. Гароди. Вопросы марксистско-ленинской теории познания. М., 1955.

[21] М. Корнфорт. Диалектический материализм. М., ИЛ, 1956.

восприятие и представление всегда в той или иной мере *полимодальны,* т. е. отражают одновременно или последовательно оптические, механические, акустические, химические свойства и признаки предметов внешнего мира, то ощущения всегда *мономодальны.* Ощущение есть функция определенного анализатора, филогенетически сформировавшегося как сложное приспособление мозга к отражению определенного вещества и определенной формы движения материи. Поэтому ощущение действительно есть парциальный образ как результат дробного анализа определенного материального тела и явления. Восприятие есть целостный образ предмета, порождающийся синтетической деятельностью мозга, временной связью, замыкающей контакт между двумя или несколькими анализаторами. В этом смысле восприятие («перцепция»), по определению Павлова, есть условный рефлекс. Но такой условный рефлекс выработан только на основе безусловного рефлекса с одного из анализаторов. Представления целиком определяются сложившейся системой временных связей или условных рефлексов, т. е. ассоциацией как универсальной закономерностью синтетической деятельности мозга.

Нетрудно заметить, что, удаляясь в сторону от ощущения к представлению, мы удаляемся в сторону от *проблемы происхождения чувственных знаний из непосредственного взаимодействия органов чувств и анализаторов с конкретными формами движущейся материи.* Но ведь именно постановкой этой проблемы материалистический сенсуализм в корне отличается от сенсуализма идеалистического, агностицизма и прочих философских направлений.

Для решения этой проблемы, как и проблемы чувственного отражения, необходимо конкретное исследование причинной зависимости деятельности анализаторов от определенных форм движущейся материи.

Напомним, что Павлов неоднократно подчеркивал, что существуют два основных хотя и взаимосвязанных, но самостоятельных нервных механизма: механизм анализаторов и механизм временных связей (условных рефлексов и ассоциации). Временные связи всегда вырабатываются с определенного анализатора, а анализаторы условнорефлекторно связываются друг с другом. В ходе исторического развития учение о высшей нервной деятельности сложилось так, что преимущественно разрабатывалась теория временных связей. Благодаря этому были сделаны выдающиеся открытия законов движения нервных процессов и их взаимной индукции, основных свойств и типов нервной системы, первой и второй сигнальных систем в их взаимодействии.

В ходе развития этого учения были открыты и уточнены

явления, относящиеся к мозговым концам анализаторов, сочетанию в них ядерных и рассеянных элементов, преобразовано представление о рецепторах как трансформаторной части анализаторов.

Тем самым была заложена новая теория анализаторов, имеющая огромное значение для психологии и теории познания. Но малая разработанность этой новой теории сравнительно с теорией временных связей объясняется в известной мере недостаточным вниманием философов.

Ни в одной из отмеченных выше философских работ не рассматривается сенсорная организация человека, ее состав, определяемый исторически сложившимися анализаторными системами. В этих работах говорится, как и полвека назад, что человек обладает зрением, слухом и осязанием, обонянием и вкусом, а некоторые авторы добавляют: «и другими чувствами». Какие же это другие чувства? Не ясно ли, что, не зная реальный состав анализаторных деятельностей человеческого мозга, мы не можем определить и структуру чувственного познания, представляющую закономерное соотношение и взаимосвязь между ними.

Рассмотрим поэтому прежде всего состав чувственного отражения в свете современного состояния физиологии анализаторов и психологии.

Прежде всего в этот состав входит зрение — деятельность светового анализатора. Более общей и филогенетически ранней функцией этого анализатора, как можно полагать, является ахроматическое зрение, которое сохраняется и при раздражении ядерных клеток («центров») мозгового конца анализатора. Более тонкая и дифференцированная деятельность этих ядерных клеток, как и центральной части сетчатой оболочки глаза, выражается в хроматическом зрении. Но это различие между ахроматическим и хроматическим зрением не является абсолютным; оно всегда соотнесено к конкретному образу жизни (дневному или ночному) на разных стадиях филогенеза. Соотношение ахроматического и хроматического зрения у человека выступает в качественно новом виде, особенно при сопоставлении с аналогичными явлениями у антропоидов. Огромного прогресса достигает у человека хроматическое, цветовое зрение как в области длинноволновой, так и коротковолновой части видимого спектра.

Но вместе с тем поразительна дифференцировка тончайших нюансов серого цвета, относящегося к ахроматическому зрению. Нет никакого основания рассматривать ахроматическое зрение человека как низший вид зрения, своего рода протопатическую чувствительность глаза, как это утверждал, на-

пример, Парсонс. Прогресс ахроматического зрения человека обнаруживается в весьма тонком анализе квантовой природы света, в доведении этого анализа до нескольких квант или фотонов при критической частоте мельканий. Можно предполагать, что прогресс ахроматического и хроматического зрения человека взаимосвязан. Дробный анализ интенсивности светового потока и чувственный «спектральный» анализ волновой природы этого потока идут рука об руку. Особенно интересна взаимосвязь между ахроматическим зрением и цветоразличением в области коротковолновой части видимого спектра.

В нашей философской литературе главное внимание обращается на цветовое, хроматическое зрение человека, особенно в связи с критикой учения о первичных и вторичных качествах. Между тем зрение человека не сводится к хроматическому видению, многие явления которого вообще нельзя правильно объяснить без его взаимосвязи с ахроматическим зрением. Ахроматическое зрение — неблагодарная почва для идеалистических спекуляций, так как в этой области наиболее точно установлены количественные и качественные зависимости ощущений от физических воздействий света, отражение зрением физической природы света.

Но ахроматическое и хроматическое зрение не исчерпывают функции светового анализатора человека. Наиболее сложной функцией этого анализатора, тесно связанной с деятельностью других анализаторов, является пространственное видение.

Через пространственное видение раскрывается объективная связь зрения с так называемым осязанием, которое в свете современной науки является сложной совокупностью различных функций четырех анализаторов, о чем будет сказано ниже. Но сейчас достаточно отметить, что Сеченов определил осязание в целом как чувство, параллельное зрению, имея в виду именно пространственное видение.

Наиболее ясно поставлен вопрос об их соотношении как вопрос гносеологический в работах Дидро. Но со времен не только Дидро, но и Сеченова достигнут огромный прогресс в научных знаниях об осязании.

Физиология и психология показали, что состав осязания весьма разнороден. Наиболее общей частью этого вида восприятия является тактильная рецепция, которая производится деятельностью кожномеханического анализатора. У человека тактильная чувствительность наиболее развита на дистальных частях тела, особенно на кончиках пальцев, где наиболее низкой, напротив, является болевая чувствительность. Известная противоположность между тактильными и

болевыми ощущениями выражается и в противоположных рефлекторных эффектах: тактильные ощущения являются сигналами активных движений, болевые — пассивнооборонительных. Это раздвоение и внутреннее противоречие в кожной чувствительности человека весьма важно для понимания природы контактной чувствительности вообще.

В состав осязания входит вполне самостоятельный вид ощущений — температурных, являющихся функцией особого температурного анализатора. Но температурные ощущения не только входят в общий состав осязания. Они имеют и самостоятельное, более общее значение для всего процесса терморегуляции и теплообмена между организмом и окружающей средой.

Из этих видов кожных ощущений только тактильные ощущения однозначно совпадают с осязанием, образуя пассивное осязание. Активное осязание образуется путем ассоциации тактильных ощущений с мышечно-суставными, которые стали специально изучаться за последнее столетие. Но в активное осязание входит только один вид кинестезии, а именно кинестезия рабочих движений рук. Кинестезии рабочей позы и опорно-двигательного аппарата (ходьбы) развиваются самостоятельно в тесной связи с вестибулярными ощущениями (равновесие и ускорение). Особыми путями развиваются мышечно-суставные ощущения голосового и речедвигательных аппаратов, непосредственно связанные со слуховыми функциями мозга (с речевым и музыкальным слухом). Кинестетические ощущения являются функцией двигательного кинестетического анализатора, которым оказалась двигательная зона коры больших полушарий головного мозга.

С открытием двигательного анализатора весь мозг предстал как один гигантский анализатор внешней и внутренней среды организма. Это открытие завершило вековую историю поисков механизма одного из самых универсальных видов человеческих ощущений. На протяжении этой истории идеализм неоднократно пытался использовать вновь открытые факты кинестезии. Так, например, Бэн интерпретировал эти факты, как доказательство спонтанности и субъективности любого восприятия, порождаемого структурой движения тела человека. Для Маха вещи как «комплексы ощущений» в значительной мере есть порождение ощущаемых человеком движений.

Идеалистической концепции кинестезии Сеченов противопоставил свое материалистическое понимание мышечного чувства как важного орудия познания внешнего мира и практической коррекции сигналов со всех остальных органов чувств. Особо велика роль этого чувства в отражении времени и про-

странства. В этой функции кинестезия тесно переплетается с вестибулярными ощущениями. Первоначально были открыты ощущения равновесия, а затем ощущения ускорения, весьма важные в общем процессе ориентировки человека в окружающей среде. Сложный системный механизм этих ощущений охватывает вестибулярный аппарат, вестибулярные нервы и различные отделы коры, подкорки и мозжечка. Следует отметить, что в новейшей марксистской философской литературе кинестезия и статико-динамические ощущения (равновесия и ускорения) обычно не включаются в состав чувственного отражения человеком объективной действительности, что не только не соответствует уровню науки, но и не противодействует распространенному идеалистическому представлению об этих ощущениях как выражениях спонтанной энергии организма.

Читателю, недостаточно знакомому с физиологией и психологией, невозможно из философской литературы узнать и о вибрационных ощущениях, открытых и у человека, а ранее хорошо известных по исследованиям поведения ряда животных (особенно летучих мышей).

Вибрационные ощущения занимают промежуточное положение между тактильными и слуховыми; они особенно маскируются слуховыми ощущениями, взаимоотношение между ними противоречивое, оно аналогично взаимоотношению тактильной рецепции и боли.

В общем составе чувственного отражения важное место занимает слух, который представляет собой комплекс разнородных ощущений. Общим для животных и человека является форма слуха, которую можно было бы назвать физикальной. Однако пути развития слуха человека весьма существенно отличаются от пути животного. Один путь развития человеческого слуха связан со звуковым строем языка как основного средства общения. Вследствие этого наиболее тонкая дифференцировка звуков совпадает с основной зоной звуков речи, особенно в диапазоне от 1000 до 3000 *гц*. Ядром такого речевого, или фонематического, слуха является ощущение тембра, отдифференцированного от ощущения высоты звука. Другой путь развития слуха человека связан со звуковым строем музыки. Ядром музыкального слуха является звуковысотное различение, отдифференцированное от ощущения тембра.

Речевой и музыкальный слух весьма тесно взаимосвязаны, причем исходным, как можно предполагать, является речевой слух. Однако между этими видами слуха человека имеются значительные противоречия, хорошо изученные в психологии.

Обнаружена избирательная связь музыкального слуха

с голосовой моторикой, речевого слуха с артикуляционной моторикой речедвигательного анализатора, т. е. с разными видами кинестезии.

Более общий характер имеет пространственный слух, тесно связанный с пространственным видением, кинестезией рабочей позы и статико-динамическими ощущениями.

Особую группу в общем составе чувственного отражения составляют химические чувства: обоняние, вкус и хеморецепция внутренней среды организма.

Обоняние, связанное с рядом явлений жизнедеятельности, особенно с дыханием, выделяется из этой группы своими познавательными функциями в тонком распознавании пахучих свойств химических соединений.

Вкусовые ощущения, связанные с общим процессом пищевого обмена, имеют важное значение для регуляции жизненных функций, являясь одновременно сигналами химических свойств пищевых веществ и состояний внутренней среды организма (голода или сытости, углеводного и минерального обмена).

Новейшие исследования физиологической школы Быкова позволяют ныне представить картину так называемого темного или валового чувства, как Сеченов назвал органические ощущения. Теперь это чувство расчленено на разнородные виды интероцепции. Наряду с хеморецепцией в его состав входят терморецепция, барорецепция, болевая рецепция внутренних органов. Интероцептивные ощущения, несомненно, отличаются от всех остальных видов ощущений многими чертами. Однако нет никаких оснований исключать их из состава чувственного отражения только на том основании, что они не являются средствами отражения внешней среды. Интероцепция составляет обязательный фон для деятельности любого анализатора внешней среды. Поскольку любые ощущения составляют одновременно образы внешнего мира и явление жизнедеятельности, крайне важно понять взаимосвязь между процессом отражения, который осуществляется в ходе взаимодействия человеческого организма с окружающей средой, и общим процессом жизнедеятельности.

В этой плоскости интероцепция предстает перед нами как важный момент такого взаимодействия, накладывающего свой отпечаток на деятельность любого анализатора внешней среды. К тому же внутренняя среда организма объективна по отношению к сознанию, элементами которого являются ее ощущения. Исключение интероцепции из общего состава чувственного отражения неизбежно ведет к отрыву отражения от жизнедеятельности самого организма, что ни в коем случае нельзя считать правильным.

Надо отметить, что с точки зрения современной науки вопрос о внешней и внутренней сигнализации является более сложным, чем это представляется. Резкое разграничение между ними исключает переходные формы и промежуточные состояния.

Разделение ощущений на внешние и внутренние недостаточно. Некоторые виды ощущений являются внешне-внутренними по характеру отражения. К ним относятся: температурные и болевые, вкусовые и вибрационные, мышечно-суставные и статико-динамические, которые отличаются как от чисто внешних (зрительных, слуховых, тактильных), так и от чисто внутренних (органических).

Именно эта глубокая взаимосвязь внешнего и внутреннего позволяет понять единство познания и жизнедеятельности, отражения в мозгу всех форм движущейся материи, включая отражение жизни как особой формы движущейся материи.

Мы рассмотрели состав чувственного познания. Но это только одна сторона его структуры. Другой стороной этой проблемы является взаимосвязь между всеми частями или видами чувственного отражения, на чем следует остановиться специально.

Этот вопрос довольно полно разработан в физиологии и психологии только в одном аспекте — взаимодействие ощущений, взаимодействие органов чувств и т. п.

Множество фактов свидетельствует о том, что это взаимодействие связано с капитальными явлениями замыкания связей между мозговыми концами анализаторов, влиянием симпатической нервной системы на тонус анализаторных аппаратов, с отношениями между нервными центрами, которые складываются по типу доминантных и субдоминантных реакций, взаимной индукции нервных процессов и т. д.

Установлено, что взаимосвязи между любыми анализаторами образуются по типу условнорефлекторных замыканий. Поэтому в зависимости от меняющихся условий среды любой анализатор может быть временно связан с любым другим анализатором.

В этом проявляется пластичность коры головного мозга, его способность отражать любые возможные связи между явлениями и предметами окружающей среды.

Это один аспект проблемы взаимосвязей, которые можно назвать временными. Но обращает на себя внимание тот факт, что в такой взаимосвязи одни и те же анализаторные деятельности выступают то в виде *сигнализации,* то в виде *подкрепления.* Однако при генетическом исследовании такие отношения оказываются более постоянными. Так, например,

в раннем онтогенезе человека тактильные и мышечные ощущения являются подкреплением для зрительных образов. Затем зрительные ощущения становятся подкреплением для других, особенно слуховых ощущений и т. д.

Поэтому весьма важно изучить не только временные, но и постоянные взаимосвязи между разными видами ощущений, что важно не только для физиологии и психологии, но и для марксистской философии, где эту проблему поставил еще Энгельс. В домарксовской философии эту проблему пытался поставить Кондильяк в своем «Трактате об ощущениях». Но Кондильяк в своей знаменитой статье методом исключения лишь сопоположил разные виды ощущений, оставив к тому же открытым вопрос об источниках. Известно, что в этом пункте он был агностиком.

Принципиально иначе подошел к проблеме Энгельс. В «Диалектике природы» он писал следующее: «...наши различные органы чувств могли бы доставлять нам абсолютно различные в качественном отношении впечатления. В этом случае свойства, которые мы узнаем при посредстве зрения, слуха, обоняния, вкуса и осязания, были бы абсолютно различны. Но и здесь различия стираются по мере прогресса исследования».[22] Этому «стиранию» различий, т. е. преодолению метафизических представлений об абсолютной относительности различных видов ощущений, Энгельс придавал принципиальное значение для теории познания. Особо важно в этом плане дальнейшее развитие мысли Энгельса: «Давно уже признано, что обоняние и вкус являются родственными, однородными чувствами, воспринимающими однородные, если не тождественные, свойства. Как зрение, так и слух воспринимают волновые колебания. Осязание и зрение до такой степени взаимно дополняют друг друга, что мы часто на основании зрительного облика какой-нибудь вещи можем предсказать ее тактильные свойства... Объяснить эти различные, доступные лишь различным органам чувств свойства, привести их во внутреннюю связь между собою как раз и является задачей науки».[23]

Во времена Энгельса наука еще не могла решить эту важную задачу из-за множества «белых пятен» в общей картине чувственного отражения.

Современная наука в состоянии решить эту задачу с помощью материалистической диалектики, но нельзя закрывать глаза на большие трудности, которые остается еще преодолеть. Первая из них заключается в том, что специализация научных знаний все больше отдаляет друг от друга теорию

---

[22] Ф. Энгельс. Диалектика природы, стр. 185.
[23] Там же.

зрения и теорию слуха, теорию кинестезии и теорию обоняния и т. д. Нужно сочетать дальнейшую специализацию с комплексным изучением всей структуры чувственного отражения. Вторая трудность заключается в том, что классификация видов ощущений в их взаимосвязях требует опоры на классификацию форм движущейся материи, отражением которой являются различные формы чувственного познания.

Основа такой классификации заложена Энгельсом, согласно которому механическое, физическое, химическое и биологическое составляют основные формы движения материи, предшествующие социальной форме движения (общественного производства). Это основное деление углубляется и развивается современной наукой, но она еще не создала более полной картины.

Несомненно, что виды ощущений и их взаимосвязь находятся в причинной зависимости от форм движения материи в их взаимосвязях и взаимопереходах. Обращает на себя внимание дублирование сенсорных функций в процессе отражения одной и той же формы движущейся материи, но в разных ее свойствах и отношениях. Так, например, тактильные, вибрационные, мышечные, вестибулярные отражают определенные моменты и свойства механического движения различных тел, в том числе и тела человека; зрительные, слуховые, вибрационные, температурные связаны с различными свойствами молекулярного движения, а обоняние и вкус — с химической природой вещества и реакцией как особой химической формой движущейся материи. Интероцепция, вкусовые, болевые и температурные ощущения специфически связаны с основными явлениями жизнедеятельности — биологической формой движения материи.

Общность объекта отражения движущейся материи проявляется и в близости различных анализаторов в отражении пространства и времени как основных форм существования материи.

На основании большой массы научных данных можно утверждать, что в совместной деятельности различных анализаторов имеется объективный порядок постоянных взаимосвязей, определяемых общностью объектов отражения в их взаимодействии и взаимопроникновении.

На основании наших исследований можно наметить известный порядок «цепочки» взаимосвязей. Эти цепочки не носят, конечно, линейного характера. Напротив, такой порядок можно выразить в сложноразветвленной цепи взаимосвязей по многим признакам.

Зрительные, тактильные, мышечно-суставные и статико-динамические ощущения составляют один ряд этой цепи. Через

тактильные ощущения этот ряд соединяется с вибрационными, а через вибрационные со слуховыми, которые в свою очередь связываются с мышечными ощущениями (артикуляционными и голосовыми). Особый ряд в системе анализаторных взаимосвязей составляют химические чувства (обоняние, вкус, хеморецепция внутренней среды), которые связываются с другими сенсорными явлениями жизнедеятельности (особенно температурными и болевыми). Весьма важно отметить, что тактильные ощущения сопровождают многие другие чувственные деятельности (вкус, обоняние, слух, температурные ощущения и т. д.), что объясняется особой ролью кожи как покрова и барьера тела, а вместе с тем участника основных процессов обмена веществ. Кинестезия является обязательным членом любой ассоциации ощущений, благодаря чему процесс отражения и накопления индивидуального опыта всегда проникают друг друга.

Этот весьма беглый набросок показывает, что существует известная система постоянных межанализаторных взаимосвязей, источник которой заключен в целостной совокупности материального мира, в объективных взаимосвязях между различными формами движущейся материи.

Вместе с составом чувственного отражения система этих взаимосвязей образует структуру чувственного познания, определяющую сенсорную организацию человека.

Сенсорная организация как отражение образа жизни

Состав и структура чувственного отражения образуют сенсорную организацию, зависящую от образа жизни и деятельности животного организма. В зависимости от них складывается определенное взаимодействие анализаторов, их соподчинение, относительное доминирование одних чувствующих систем над другими, а также общее направление каждой из них.

Совокупность анализаторов с их мозговыми концами и эффекторами отражает окружающую организм среду в целом, но именно как среду обитания, включая весь процесс взаимодействия организма с жизненно необходимыми условиями внешней среды.

Известно, что поведение животных, стоящих на разных ступенях филогенетической лестницы, отличается по уровню развития, т. е. по сложности постоянных и временных связей организма со средой, преобладания безусловнорефлекторных или условнорефлекторных форм поведения. Менее известно весьма существенное различие в их поведении, определяемое

составом и структурой анализаторной деятельности нервной системы, мозга. Между тем все более накапливаются факты, свидетельствующие о биологической обусловленности направления развития отдельных рецепций, о значении их в процессе приспособления данных организмов к определенным условиям жизни.

Благодаря успехам современной науки и техники стало известно, что, например, ультразвуки не только используются и генерируются различными представителями животного мира, но также служат им средствами сигнализации и ориентировки в окружающей среде. То же следует сказать об ультрафиолетовых лучах, радиоволнах и т. д.[24] Отсюда следует, что своеобразие биологических условий создает в природе многие виды рецепций, которые не имеют аналогии с анализаторной деятельностью человека.[25] Но нередко стремление расположить в линейном порядке развитие рецепций приводит к тому, что к одному и тому же анализатору приурочиваются разные сенсорные функции. Так, например, органу боковой линии рыб некоторые физиологи придают функции слухового анализатора на том основании, что он воспринимает вибрации водной среды, хотя только часть этой боковой линии дифференцирует колебание с частотой от 18 до 25 *гц*. К кожному анализатору относят вибраторные реакции паука, вызванные колебаниями паутины и т. д.[26]

На самом деле многообразие рецепторов и рецепций в животном мире ни в какой мере не может быть сведено к той группе анализаторов, которая свойственна человеку.

Несомненно также, что развитие рецепций не сводится только к прогрессу одних функций за счет редуцирования других сенсорных функций, например зрения за счет обоняния, как это изображается в истории развития приматов.[27]

Несомненно, существуют сопряженные, коррелятивные изменения рецепций, определяемые общим образом жизни данного животного вида в определенной среде обитания. Но такие коррелятивные изменения идут в разных направлениях, которые могут быть поняты лишь экологически.

Именно среда обитания, образ жизни и способ деятельности обусловливают соотношение видов рецепций в данной сенсорной организации животных, в которой ядром являются

---

[24] См.: Л. А. Орбели. Основные задачи и методы эволюционной физиологии. Сб. «Эволюция функций нервной системы», М., Медгиз, 1958.

[25] См.: Г. Элтрингем. Строение и деятельность органов чувств у насекомых. М. — Л., Биомедгиз, 1934.

[26] См.: Г. Г. Демирчоглян. Физиология анализаторов. М., Учпедгиз, 1956.

[27] См.: М. Вебер. Приматы. М., Биомедгиз, 1935.

группы анализаторов, специфичные для данной среды обитания.

Остановимся вкратце на известных рецепциях у рыб, резко отличающихся от других животных по среде обитания. Они обладают зрением, выполняющим важную роль в ориентировке и поведении (например, при погоне за добычей).

Новейшими исследованиями (Бианки из лаборатории Айрапетьянца) показано, что рыбы обладают в известной степени бинокулярным зрением. «После выработки с обоих глаз условного рефлекса и последующей энуклеации одного из них резко нарушается дифференцирование места нахождения, например, бусинки. Оба глаза осуществляют совместную и симметричную деятельность: выработка условного рефлекса с одного глаза оказывается с места уже готовой при пробе со стороны другого глаза».[28] Зрение выполняет специфическую роль в приспособлении, участвуя в образовании мимикрии, изменении окраски поверхности всей рыбы соответственно цвету дна. Как указывает Демирчоглян, «экстирпация обоих глаз выключает эту приспособительную реакцию».[29] Тем не менее зрение нельзя считать ведущей рецепцией у рыб.

Методом условных рефлексов было доказано наличие слуха у рыб, особенно обитающих на большой глубине. Слуховая функция у них связана со звуковой сигнализацией, заменяющей световую на больших глубинах. Рыбы обладают и тактильной чувствительностью: некоторые участки тела, а особенно «усы» сомовых рыб, выполняют функцию ощупывания предметов. Однако слух и осязание подобно зрению не определяют основного направления ориентировки рыб в водной среде, хотя и способствуют осуществлению такого направления.

Эти рецепции определяются осью «орган боковой линии — хеморецепция поверхности тела», вокруг которой центрируются все остальные рецепции.

Благодаря органу боковой линии «рыба удерживает симметричную установку тела по отношению к жидкой среде, струящейся под влиянием своего течения навстречу животному или под влиянием быстрой локомоции самой рыбы... Кроме того, боковая линия ориентирует, по-видимому, в меняющихся условиях давления».[30]

---

[28] Э. Ш. Айрапетьянц. К вопросу об эволюции взаимодействия внешних и внутренних рецепторов. Сб. «Эволюция функций нервной системы». М., Медгиз, 1958, стр. 111.

[29] Г. Г. Демирчоглян. Физиология анализаторов. М., Учпедгиз, 1956, стр. 18.

[30] А. А. Ухтомский. Собр. соч., т. IV. Изд. ЛГУ, 1945, стр. 81.

Но функция органа боковой линии не может отождествляться с функцией вестибулярного аппарата, который связан с ней в общей структуре нервной системы. В органе боковой линии объединены статико-динамические, вибраторные и тактильные сигнализации, которые в дальнейшем специализируются.

Подобное же явление обнаруживается в диффузной хеморецепции поверхности тела рыб. При изучении золотых рыбок, некоторых сомовых и карповых рыб Паркером было обнаружено, что они отвечают активнодвигательными рефлексами на подведение к боку животного струйки мясного сока или кусочка ваты, пропитанной этим соком. В коже этих животных им были обнаружены чувствительные элементы, весьма сходные с вкусовыми луковичками. С подобной диффузной хеморецепцией связаны генезис и обоняние, не говоря уже о хеморецепции внутренней среды. Но у некоторых рыб обоняние достигает такого развития, что Эдингер охарактеризовал большой мозг акулы как гипертрофию обонятельных долей.

Из этого краткого экскурса видно, что именно среда обитания и образ жизни определяют у рыб соотношение разных видов рецепции, их «сенсорную организацию».

Показательна в этом же отношении структура анализаторной деятельности головного мозга млекопитающих, в том числе приматов, представляющих особенный интерес для понимания животных корней антропогенезиса.

Эволюция отдельных видов рецепций от лемуров до антропоидов особенно хорошо прослежена в отношении обоняния и зрения. В отношении обоняния подотряд лемуров еще находится на границе макросматических и микросматических животных. У них начинается редукция периферического, а частично центрального отделов обонятельных органов. Подотряд долгопят уже относится к группе микросматических животных, что стоит в связи с исключенным развитием у них зрительных органов. Но редукция обонятельных органов у низших обезьян все же большая, если сравнивать их с антропоидами. Поэтому нельзя полностью объяснить редукцию обоняния возрастанием роли и тонкости зрительного органа, который у антропоидов значительно совершеннее деятельности этого органа у низших обезьян. Уже у низших обезьян изменяется положение глаз (по сравнению с лемурами и долгопятами), которые передвинулись с боковых сторон черепа на его переднюю поверхность, что более благоприятствует бинокулярному видению.

Однако перекрест зрительных нервов еще неполный. Он более выражен у антропоидов. Хотя в сетчатке глаз у всех обезьян уже имеется желтое пятно и центральная ямка, не-

обходимые для дифференцированного дневного (цветового) зрения, однако у антропоидов оно достигает несравненно более высокого уровня развития. Но и обоняние у антропоидов более дифференцировано по сравнению с низшими обезьянами, у которых резко выражена редукция обонятельных органов.

Сопряженное изменение обоняния и зрения в развитии приматов, несмотря на их значение, все еще составляет часть развивающейся структуры анализаторной деятельности мозга.

Сравнительно с лемурами у долгопят ограничивается не только обонятельная, но и слуховая функция. Между тем у низших обезьян, а особенно у антропоидов, слуховая функция более дифференцируется и приобретает важное значение сигнализации в стадной жизни и ориентировке в пространстве.

Все большее значение приобретает вестибулярная функция. Избирательный характер приобретает вкусовая рецепция и т. д.

Но все же ведущим началом сенсорного прогресса становится кинестезия, особенно кистей рук. Именно кинестезия и связанные с ней зачатки активного осязания образуют вместе со зрением «ось» сенсорной организации обезьян.

Среда обитания различных подотрядов приматов во многом сходна. Эволюционные изменения связаны не только со средой, но и с изменением характера деятельности самих животных. Все большее значение приобретает манипулятивная деятельность, специализация конечностей не только на передвижении, но и на оперировании с предметами. Зрительно-моторная координация развивается одновременно по двум направлениям: дальномерности зрения и прицельных прыжков, с одной стороны, ощупывания предметов относительно раздельными движениями пальцев и рассматривание предметов вблизи, с другой стороны. Соответственно развиваются статико-динамические и тактильные аппараты. В условиях стадной жизни звуковая сигнализация выступает в важной биологической роли, соответственно которой дифференцируется слуховой аппарат.

В образе жизни приматов важную роль играет активный способ их деятельности, с которым связано и прогрессивное развитие сложных ориентировочных рефлексов, хорошо изученных Войтонисом.[31]

Сенсорная организация обезьян, особенно антропоидов, наиболее близка к сенсорной организации человека. Однако между ними имеются качественные различия, обусловленные непосредственным влиянием труда и языка на развитие анализаторных деятельностей мозга.

---

[31] Н. Ю. Войтонис. Предыстория интеллекта. М., Изд. АН СССР, 1949.

Общественно-историческая обусловленность сенсорной организации человека

Положение о том, что сенсорная организация есть отражение среды обитания, образа жизни и способа деятельности, остается, конечно, в силе и в отношении человека. Однако эволюционно-биологический подход оказывается совершенно недостаточным для объяснения специфического характера этих факторов, определяющих сенсорную организацию человека.

Окружающая человека среда, среда его обитания — не только естественные силы природы, но прежде всего «историческая природа» (Маркс и Энгельс), созданная трудом людей: промышленность и сельское хозяйство, города и села, материальные и культурные ценности, в общем — преобразованные человеком силы природы. Изменение природы человеком в процессе труда непрерывно преобразует окружающую природу, благодаря труду люди сами создают свою «среду обитания». Практически воздействуя на окружающую природу, люди расширяют среду обитания, а благодаря научному познанию и технике используют все новые и новые виды энергии, превращая их в компоненты этой среды.

Прогресс науки и техники по мере гигантского роста производительных сил социалистического общества выводит человека за пределы непосредственной среды обитания в бесконечный космический мир.

Образ жизни людей, общественную основу которого составляет материальное производство средств производства и средств потребления, именно труд, есть «первое основное условие всей человеческой жизни, и притом в такой степени, что мы в известном смысле должны сказать: труд создал самого человека».[32] Но именно труд и есть основной способ деятельности человека; производство материальных и культурных ценностей составляет сущность человеческой деятельности, преобразующей окружающую человека природу.

Известно, что в процессе воздействия человека на природу изменилась его собственная природа, в том числе и его сенсорная организация.

В своей историко-материалистической теории антропогенеза Энгельс уделил особое внимание качественному изменению этой организации в процессе труда.

Первыми ближайшими следствиями труда являются переход к прямохождению, вертикальному положению тела и специализация конечностей (верхних на предметных действиях — операциях труда, нижних — на передвижении).

---

[32] Ф. Энгельс. Диалектика природы, стр. 132.

Эти изменения повлекли за собой существенные сенсорные новообразования вестибулярных и кинестетических функций. Исторически сложилась система рефлексов на предупреждение потери равновесия, относительно противостоящей силе земного притяжения.

С этой пластичной системой связано развитие статико-динамических ощущений, отражающих самые различные координаты пространственного положения человеческого тела и ускорения при его передвижении, а также перемещении опоры его тела (в различных видах транспорта). Вертикальное положение тела изменило направление и объем обозреваемой среды, непосредственно повлияло на структуру поля зрения человека. Образовалась вместе с тем характерная для человека оптико-вестибулярная связь, которую Ухтомский справедливо считал ядром «наблюдательской позы».

Еще более глубокое изменение внесло в сенсорную организацию человека преобразование двигательного аппарата, а следовательно, двигательного анализатора, который у всех животных является единым. У человека в связи с разделением функций между верхними и нижними конечностями существенно изменилась нервная регуляция опорно-двигательного аппарата и аппарата рабочих движений рук. Фактически мы имеем не один, общий для всех двигательных функций кинестетический анализатор, а два, соединенных в единую систему. К этому надо добавить, что из двигательного анализатора, как справедливо подчеркнул Красногорский, выделился вполне самостоятельный речедвигательный анализатор, также интимно связанный с общедвигательными кинестетическими функциями.

Все эти изменения сенсорной организации под прямым влиянием трудовой деятельности можно понять лишь при учете роли эффекторов в изменении рецепторов (через замыкательные приборы коры головного мозга).

Особенно мощными были прямые влияния деятельности рук на изменение всей сенсорной организации человека. Рука человека «является не только органом труда, *она также и продукт его»*.[33] Только благодаря труду рука стала универсальным орудием орудий, естественным органом творчества во всех сферах человеческой деятельности. В плане антропогенезиса Энгельс заметил, что «рука не была чем-то самодовлеющим. Она была только одним из членов целого, в высшей степени сложного организма. И то, что шло на пользу руке, шло также на пользу всему телу, которому она служила, и шло на пользу в двояком отношении».[34]

[33] Там же, стр. 133.
[34] Там же, стр. 134.

Первым из них является в силу закона соотношения сопряженных изменений опосредствованное влияние совершенствования человеческой руки на другие части тела. Но «значительно важнее непосредственное, поддающееся доказательству обратное воздействие развития руки на остальной организм»,[35] так как связанное с рукой и трудом воздействие человека на природу расширяло «кругозор человека», открывало человеку все новые, до того неизвестные свойства. И именно из практического действия возникло умственное развитие вплоть до самых сложных интеллектуальных операций. Рука как самая подвижная и рабочая двигательная система только у человека стала самостоятельным рецептором, точнее комплексом рецепторов, образующих активное осязание путем сочетания тончайшей тактильной рецепции с кинестезией рук, а также при участии терморецепторов кожи.

В самых начальных актах труда человек оперировал двумя вещами: предметом и орудием труда. Реконструкция археологом Семеновым[36] актов труда в условиях первобытной техники позволяет представить детали взаимодействия обеих рук в этих актах. Правая рука оперировала орудием труда, а левая — предметом, материалом для обработки. С этой приуроченностью связано преимущественное развитие статического напряжения в левой руке, динамического напряжения мышц — в правой. Вместе с тем происходило изменение развития тактильной рецепции, так как она достигла высокого развития на левой руке, получающей непосредственные сигналы об изменении свойств обрабатываемых материалов, особенно их фактуры и упругости. Сигнальные функции обеих рук (тактильно-кинестетические) образовали единую координатную систему с дифференцированными компонентами — пальцами. В этой системе устанавливается весьма подвижное равновесие между пальцами, находящимися в движении и покое при ощупывании и манипулировании с предметом, причем особую роль «подвижной ладони» играют большие пальцы обеих рук, а собственно познавательную функцию выполняет указательный палец, движению которого сопутствуют движения или покой остальных.

Исключительное развитие у человека приобрело инструментальное опосредствование, ощупывание посредством «зонда», которое достигает большой точности и в условиях, когда ощупываемый предмет скрыт от зрения. Однако наиболее важным результатом развития руки является перестройка

---

[35] Ф. Энгельс. Диалектика природы, стр. 134.

[36] С. А. Семенов. Первобытная техника (опыт изучения древнейших орудий и изделий по следам работы). М., Изд. АН СССР, 1957.

зрительной рецепции. Глаз стал «учеником видящей руки» благодаря прочно замкнутой зрительно-моторной координации. Зрительно-тактильно-кинестетическая связь вместе с оптико-вестибулярной установкой образовали ядро сенсорной организации человека.

Доминирование зрения в этой организации обеспечивается именно этими двумя родами связей, в который оно включено. Качественно преобразовалось и само зрение, характеризующееся сочетанием ахроматического и хроматического видения, высоким развитием цветоразличения, дальновидностью или глубинностью пространственного видения, структурной целостностью. И именно зрение выводит человека за пределы Земли, в космическое пространство.

Вместе с трудом необходимо возникла речь, а с нею качественно преобразовался слух. Речевой слух человека представляет собой новую форму слуховой рецепции, порожденную языком, как основным средством общения.

Ныне общепризнано, что физиологические механизмы слуха человека общественно обусловлены. Крупный советский физиолог Ухтомский писал о том, что «на слух у человека ложится исключительная и ответственнейшая практическая задача, уходящая далеко из границ физиологии: задача служить опорой и посредником в деле организации речи и собеседования».[37]

Продуктом исторического развития человека является и музыкальный слух (звуковысотный, мелодический, гармонический, ладоритмический). Но, как показал Леонтьев, развитие человеческого слуха непосредственно связано с развитием эффекторных компонентов единого рефлекторного кольца, образующего слуховой механизм. Исключительное значение для развития специально речевого и музыкального слуха имело развитие функций речедвигательного аппарата с его сложной кинестезией.

Поэтому правомерно включить в ядро сенсорной организации человека слуховую рецепцию, особенно речевой слух, окружающий звуковую природу родного языка.

При этом нужно учесть, что речевые анализаторы (речедвигательный и речеслуховой) являются непосредственными органами второй сигнальной системы, влияние которой на первую сигнальную систему человека многообразно.

К ядру сенсорной организации человека примыкают в разных связях тактильная рецепция всей кожи человеческого тела, особенно развитая в дистальных его частях, температурная и болевая рецепции, причем на терморецепции прямо ска-

[37] А. А. Ухтомский. Собр. соч., т. IV, стр. 220.

зывается искусственное регулирование человеком температуры среды (охлаждение или отепление жилища, посредством одежды и т. д.).

Существенно изменились по сравнению со всеми животными виды хеморецепции у человека. Под влиянием химической переработки пищи, начиная с самых ранних проб использования огня, качественно изменился пищевой обмен между организмом и средой, а с ним вкусовая рецепция, являющаяся главной сигнализацией этого обмена. Общественные условия производства средств потребления, видоизменяющиеся у разных народов, породили не только национальную кухню, но и специфические черты вкусовой рецепции у людей разных народов.

Изменилось и обоняние, развивающееся в разных направлениях в связи с необходимостью распознавать свойства химических соединений, дифференцировать пахучие вещества и т. д. С этими изменениями пищевого обмена и вкусовой сигнализации непосредственно связано изменение хеморецепции внутренней среды человеческого организма.

В сенсорном развитии человека нельзя обнаружить «редуцирование» какой-либо рецепции сравнительно с другими приматами, хотя соотношение рецепции приобрело качественно иной вид вследствие общественного образа жизни и трудовой деятельности. Это соотношение, образующее качественно своеобразную сенсорную организацию человека, есть продукт исторического развития анализаторов, чувствующих систем головного мозга человека.

Современная наука полностью подтверждает положение Энгельса о том, что «развитие мозга вообще (человека. — *Б. А.*) сопровождается усовершенствованием всех чувств в их совокупности».[38]

Энгельс считал весьма важным положение, что труд качественно изменил *все* чувства человека, а не только какие-либо из них.

По происхождению виды ощущений не могут разделяться на «высшие» и «низшие», как это нередко делается в психологии и физиологии. За таким разделением скрыта идея историчности одних (например, зрения и слуха, которые обычно относятся к «высшим» чувствам) и «биологичности» других (осязания, обоняния, вкуса, которые относятся к «низшим»). «Социобиологический» дуализм вносится и в теорию ощущений вопреки всем фактам науки. В своей антропогенетической теории Энгельс, напротив, подчеркивал, что не только зрение человека является продуктом общественно-трудового разви-

[38] Ф. Энгельс. Диалектика природы, стр. 135.

тия. Известно, что Энгельс писал об обонянии и осязании: «Собака обладает значительно более тонким обонянием, чем человек, но она не различает и сотой доли тех запахов, которые для человека являются определенными признаками различных вещей. А чувство осязания, которым обезьяна едва-едва обладает в самой грубой, зачаточной форме, выработалось только вместе с развитием самой человеческой руки, благодаря труду».[39]

Энгельс, как видим, не допускал мысли о редуцировании этих видов ощущений сравнительно с прогрессом зрения и слуха. Это и понятно, так как с самого начала марксизм выдвинул новаторскую идею о том, что все ощущения — «продукт всемирной истории».[40]

Факторы развития сенсорной организации человека

Чувствующие деятельности головного мозга, конечно, общи животным и человеку. В этом смысле прав Павлов, утверждая общность для них закономерностей первой сигнальной системы. Но еще более важно понять специфичность сенсорной организации человека в целом, отражающей общественный образ его жизни, трудовой характер его деятельности, преобразующей окружающую природу, а вместе с тем собственную природу человека.

Прекратился ли этот процесс исторического развития анализаторов под влиянием трудового преобразования природы с того момента, когда человек выделился из природы?

На этот вопрос Энгельс дал ясный отрицательный ответ. Он писал: «Этот процесс развития не приостановился с момента окончательного отделения человека от обезьяны, но у различных народов и в различные времена различно по степени и направлению, местами даже прерываемый попятным движением, а в общем могуче шествовал вперед, сильно подгоняемый, с одной стороны, а с другой — толкаемый в более определенном направлении новым элементом, возникшим с появлением готового человека, — *обществом*».[41]

Это положение полностью подтверждается современной наукой, данные которой позволяют наметить три основных фактора дальнейшего прогресса ощущений человека: 1) непосредственное влияние трудовой деятельности людей на повышение чувствительности (сенсибилизацию) тех анализа-

---

[39] Там же, стр. 135—136.
[40] К. Маркс и Ф. Энгельс. Собр. соч., т. III, стр. 626.
[41] Там же, стр. 456.

торных систем, которые включены в акты труда, 2) прогрессивное развитие орудий труда, технических средств, расширяющих поле чувственного познания, опосредствующих развитие и соответствующих видов чувствительности, 3) обратное влияние логического мышления, имеющего своим источником чувственное познание, на совершенствование способов этого познания.

I. Сенсибилизация есть типичное явление *развития* чувствительности, когда это изменение ее приобретает постоянный и прогрессирующий характер.

В настоящее время установлен ряд объективных условий, которые в эксперименте приводят к повышению чувствительности. Однако не все они выполняют роль постоянно действующего и активизирующего условия. Некоторые из них действуют весьма эффективно лишь кратковременно и в определенных экспериментальных условиях. В этом легко убедиться из самого краткого обзора уже известных нам условий сенсибилизации.

Одним из наиболее хорошо изученных условий является, например, адаптация (темновая адаптация для светоощущений, адаптация к тишине для ощущения громкости звуков и т. д.). В процессе и в результате ее отмечаются огромные сдвиги чувствительности. Однако они существуют кратковременно, причем эффективность адаптационных средств зависит от множества сопутствующих условий.

Также кратковременна и относительна сенсибилизирующая роль тех фармакологических веществ, которые вовлекают вегетативную нервную систему в тонизацию тех или иных анализаторных систем. В момент действия этих веществ могут быть получены значительные сдвиги порогов, однако последействие их кратковременно, причем оно не оказывает существенного влияния на последующее развитие анализатора.

В физиологии и психологии разносторонне изучена сенсибилизирующая роль взаимодействия различных видов анализаторной деятельности в системе одного анализатора (например, перенос различительных навыков с одних цветовых объектов на другие), равно как и различных анализаторов. Имеется некоторое обобщение в специальных советских научных трудах по этому вопросу. Показано, что при совместной работе разных анализаторов в определенных условиях повышается чувствительность одного из них, играющего в данных условиях доминирующую роль. В этих условиях побочные раздражители, падающие на другие анализаторы, усиливают возбуждение основного очага возбуждения. В настоящее время подобные явления вполне объяснимы законом взаимной индукции нервных процессов.

Интересно отметить, что сдвиги чувствительности и в этих условиях не очень значительны, мало устойчивы и редко переносятся в другие условия.

В последние годы получены экспериментальные данные о влиянии слова на повышение чувствительности того или иного анализатора, что свидетельствует о второсигнальной регуляции деятельности анализаторов. Однако и это влияние на чувствительность опять-таки ограничено многими условиями, прежде всего тем, насколько прочны ранее выработанные условные рефлексы с данного анализатора.

Особенно много научных данных получено в отношении влияния упражнения на повышение чувствительности. Эти факты вполне укладываются в указанное выше объяснение всех явлений такого рода (наличие глубокой взаимозависимости между двумя основными механизмами нервной деятельности: анализаторами и временными связями). Факты упражняемости в различительной деятельности свидетельствуют о том, что выработка условных рефлексов с анализатора повышает его работоспособность, делает анализатор чувствительным к тем раздражителям, которые до этого были неощущаемыми или неразличаемыми.

Доказательными, например, являются экспериментальные данные Теплова, свидетельствующие об исключительных сдвигах звуковысотного различения под влиянием экспериментальной тренировки. Так, например, у одного испытуемого первоначальный порог различения равнялся 32 центам, во втором испытании он был равен 28 центам, в третьем — 22 центам, в четвертом — 16 центам. В другом случае Теплов добился сдвига порога с величины в 226 центов в первом испытании до 94 центов в последнем опыте. Значительное снижение порогов различения, т. е. повышение чувствительности, убедительно показано и в других исследованиях Теплова.[42]

В области зрения подобное же влияние экспериментальной тренировки в условиях решения испытуемыми значимых для них задач убедительно показано в точных и интересных опытах Шварц. Одним из выводов автора является положение о том, что «чувствительность зрения при узнавании несложных фигур... может быть увеличена под действием упражнений до 1000—1250% по отношению к исходному уровню». Общим механизмом этих сдвигов чувствительности является образование новых систем условных рефлексов с того или иного анализатора. Особенное значение имеет дифференци-

---

[42] См. Б. М. Теплов. Психология музыкальных способностей. М., Изд. АПН РСФСР, 1947.

ровка временных связей, являющихся непосредственной основой различения.

Опыты с экспериментальной тренировкой чувствительности обнаруживают так же, как и указанные выше исследования других объективных условий ее изменения, данные, которыми весьма важно располагать, так как они свидетельствуют об отсутствии строгих лимитов чувствительности и о больших возможностях ее повышения.

Однако не менее важен вопрос и о тех условиях, которые превращают эти возможности в действительность, которые не только формируют новые возможности различения, но и реализуют эти возросшие возможности.

Имеются основания считать, что именно таким условием является трудовая деятельность человека.

Факты особого сенсибилизирующего действия трудовой деятельности еще не выделены из множества разнородных данных о влиянии упражнения на изменение функциональных состояний органов чувств и анализаторов в целом. Между тем они заслуживают особого рассмотрения. Это можно показать на ценных материалах Селецкой, рассматривавшей полученные ею экспериментальные данные как материалы к проблеме упражняемости органов чувств вообще. Основным вопросом некоторых исследований Селецкой явился вопрос о сенсибилизирующем влиянии упражнений. Сопоставляя добытые факты с данными об обычных уровнях чувствительности, она обнаружила значительное повышение (по сравнению с обычным уровнем) цветового зрения у сталеваров, специализированного в области некоторых коротковолновых раздражителей. По оттенкам воспринимаемого цвета сталевар составляет суждение о температуре в печи и в связи с этим регулирует ее. Измерение яркости и насыщенности цвета плавки металла является для него сигналом изменения самого технологического процесса. Цветоразличение сталевара включено в его трудовую деятельность, приобретает для него жизненно необходимое значение. В процессе квалифицированного решения производственной задачи изменяется уровень его чувствительности.

В данном случае влияет не только тренировка как таковая. Упражнение включено здесь в производственную деятельность в целом, связано с предметом и орудиями труда, с общим целенаправленным и планомерным характером трудового процесса.

В иных производственных условиях создаются постоянные условия повышения чувствительности других видов. Так, той же Селецкой показано, что у рабочих-шлифовальщиков зрительная чувствительность развивается в области дифференци-

ровки величин: различения величины просветов в деталях. По сравнению с обычным уровнем различительная чувствительность опытных шлифовальщиков возрастает в 20 раз.

В области слуха поучительные данные были получены в нашей лаборатории Кауфманом. Им были обнаружены значительные различия в уровнях чувствительности к громкости звуков. Он показал, что наиболее высокого размера «громкостная» абсолютная и различительная чувствительность к минимальным интенсивностям и разностям силы звуков достигает у тех людей, для которых изменение громкости является показателем изменения состояния предметов их труда. Так, например, высоко сенсибилизированной оказалась чувствительность громкости у опытных врачей-терапевтов, постоянно пользующихся в системе диагностических средств приемом аускультации (выслушивания больных). Изменение, например, громкости шумов и тонов сердца и легких для такого врача является показателем состояния внутренних органов.

Сходный уровень «громкостной» чувствительности обнаружен Кауфманом у авто- и авиамехаников, использующих выслушивание мотора как один из приемов определения состояния двигателя.

Повышение чувствительности к громкости у этих людей не одинаково в отношении шумов и тонов. В отношении к громкости шумов чувствительность у них выше обычного уровня в 2 раза, а в отношении громкости музыкальных тонов — в 1,5 раза.

В области изучения развития музыкального слуха, помимо уже указанных данных, полученных Тепловым, надо отметить исследование звуковысотного слуха музыкантов, проведенное Кауфманом. В его работе экспериментально показано, что музыканты не только отличаются от немузыкантов высоким уровнем звуковысотного различения, но что имеются более специальные различия между музыкантами разных категорий. При сравнении опытных пианистов с опытными скрипачами, виолончелистами и другими так называемыми инструменталистами оказалось, что пианисты менее чувствительны к малым высотным разностям (менее 1/4 тона), нежели инструменталисты. Кауфман нашел причину этого различия в том, что пианисты и инструменталисты практически относятся к высоте звука по-разному. Известно, что пианисты оперируют с готовым темперированным строем, а остальным музыкантам приходится самим «добывать» высоту звука, как бы заново настраивая каждый раз свой инструмент. Поскольку высота звука этими музыкантами не только воспринимается, но и производится соответствующими действиями, постольку в

этих случаях значительно повышается различительная чувствительность к малым разностям звуков.

В области вкуса аналогичные данные о влиянии практической деятельности были получены в нашей лаборатории Гусевым. В экспериментальных условиях им сравнивались уровни вкусового различения пищи у специалистов-дегустаторов и у других людей. В процессе дегустации проба вкусовых качеств отделена от процесса потребления пищи, т. е. вкусовое различение превращается в специальную деятельность. Гусевым показано, что деятельность дегустатора приводит к значительному повышению абсолютной и разностной чувствительности по отношению ко всем вкусовым качествам (сладкому, соленому, кислому, горькому). Интересно отметить, что в экспериментальных условиях подобного уровня сенсибилизации нельзя было достигнуть специальной тренировкой.

Сопоставляя эти данные о деятельности разных анализаторов, можно предположить, что физиологической основой во всех подобных случаях является образование и упрочение под влиянием труда специальных динамических стереотипов. Всюду здесь имеет место условнорефлекторное изменение анализаторных систем человека. Однако особо важными в указанных случаях являются те жизненные, общественно-трудовые условия, которые упрочивают, придают системность подобным условнорефлекторным изменениям.

Предстоит еще исследовать и исследовать эти условия, учитывая чрезмерную сложность трудовых процессов, различное взаимодействие в них субъекта труда, предмета и орудий труда.

В проведенных нами опытах мы обнаружили, что разделение сенсорно-двигательных функций обеих рук обусловлено различной приуроченностью их к предмету и орудиям труда. У одного и того же человека оказались разные направления развития кинестетической и тактильной чувствительности. Например, у правшей кинестезия больше развита в правой руке, но у них же левая рука оказалась более специализированной на тактильном различении. Имеется основание предположить, что эти различия вызываются специализацией правой руки на оперирование с орудиями труда и специализацией левой руки на оперирование с предметом труда, с чем связан различный характер сигналов (преимущественно кинестетических с правой руки и преимущественно тактильных — с левой).

Взаимодействие орудий и предмета труда в трудовой деятельности человека требует специального изучения особенностей отражения как каждого из них, так и их взаимосвязи в анализаторной деятельности человека.

Ныне известно, что усовершенствование мозга и органов чувств прогрессивно развивается под влиянием производства материальной жизни общества. В социалистическом обществе освобожденный от эксплуатации труд стал мощным средством всестороннего развития физических и умственных способностей человека. Изучение его могучего влияния на развитие этих способностей составляет одну из важнейших задач психологии. Решение этой задачи требует более глубокого психологического изучения различных видов деятельности человека, ее влияния на непосредственно-чувственное и опосредствованно-логическое отражение объективной действительности.

Это следует подчеркнуть особенно в связи с сложившимся за последние годы положением, когда внимание к воздействию языка как особого общественного условия на формирование и развитие второй сигнальной системы (субстрат мышления) заслонило собой изучение непосредственного влияния труда на изменение природы человека.

Нет никакого основания противопоставлять воздействие языка и труда. Как в историческом, так и в индивидуальном развитии оба этих конкретных условия человеческого сознания действуют совместно, общественно обусловливая человеческую природу в целом, но при ведущем значении труда.

II. Благодаря успехам науки и техники, производству средств производства постоянно расширяются границы познания, начиная с чувственного отражения человеком объективной действительности. На заре человеческой истории первой образовалась система: рука — орудие труда, двинувшая вперед тактильную рецепцию и кинестезию. В дальнейшем такие системы (анализатор — инструмент, орудие, техническое приспособление, увеличивающее различительную способность анализатора) образовались в разных чувственных деятельностях человека. Тодор Павлов справедливо считает такие системы (орган чувств + орудие) специфическим условием развития чувствительности человека.

Орудие не заменяет орган чувств человека, а бесконечно расширяет его возможности. Это ясно видно на примере развития оптической техники, благодаря которой невидимое становится видимым, ощущаемым. Очки, лупы, микроскопы не только устраняют дефекты глаз, недостаток их аккомодации, но и позволяют видеть тела мельчайших размеров. Телескопы делают видимыми отдаленные от Земли космические тела. Бинокли и стереотрубы увеличивают во много раз разрешающую силу глаз и ощущение глубины. Дальномеры, раздвигающие границы остроты зрения, определяют с большой точностью расстояния до далеких предметов. Спектрографы и

спектроскопы разлагают световые радиации и делают видимыми составные элементы и источники радиации. Фотографические, кинематографические и телевизионные аппараты, радарные установки фиксируют и развертывают не ограниченные временем и пространством картины окружающего мира и т. д.[43]

Благодаря технике превращения одних видов энергии в другие видимыми становятся любые явления, в том числе и электрические явления в самом головном мозгу (его биоэлектрическая активность, воспроизводимая на экране электроэнцефалографа).

Подобным же образом развивается, особенно в XX веке, система слух-акустической техники. Телеграфная и телефонная связь, радиотехника, стереозвуковое кино, используемое и как метод исследования, звукоулавливатели, или пеленгаторы и т. д. бесконечно расширяют возможности человеческого слуха. Развитие акустической техники преодолевает границы пространства и времени, открывает перед человеком новые возможности для уточнения и расширения слуха как одного из важнейших орудий чувственного познания.

Развитие пищевой и химической промышленности играет подобную же роль в прогрессе вкуса и обоняния.

Поступательное движение науки и техники обогащает все анализаторы внешней среды все более могучими средствами различения предметов окружающего мира, их свойств и отношений. Совершенствуя и изменяя характер труда людей, эти средства вместе с тем являются факторами прогресса мозговой деятельности людей, их физических и умственных способностей.

III. Важным фактором развития чувствительности анализаторов человека является совместная деятельность первой и второй сигнальных систем, которую Павлов считал существенной особенностью высшей нервной деятельности человека. Первая сигнальная система есть основа для второй, субстрата речи и мышления. Однако вторая сигнальная система перестраивает деятельность первой, поднимает ее на более высокий уровень, соответствующий общественному развитию в каждый данный момент.

В гносеологическом отношении это явление означает диалектическую взаимосвязь между ощущением и мышлением, включающую и обратное влияние логического мышления на его чувственную основу.

Логическое, теоретическое или научное мышление, обоб-

---

[43] См. об этом подробнее в кн.: Г. Г. Слюсарев. Геометрическая оптика. М., Гостехиздат, 1946.

шающее знания, накопленные человечеством, отражающее объективные законы мира, определяет уровень и направленность различения объектов, категориальный характер восприятия любой модальности.

Поэтому специальное устройство человеческих рецепторов, как указывал Энгельс, «не является абсолютной границей для человеческого познания. К нашему глазу присоединяются не только еще другие чувства, но и деятельность нашего мышления».[44]

Логическое мышление и речь как его орудие и форма существования способствуют включению каждого нового чувственного знания в определенную систему познания, в определенный вид познавательной деятельности.

Одним из них является наблюдение, представляющее собой единство восприятия и мышления; точность и систематичность визуальных показаний зависят от логической организации гипотезы, обобщенных знаний, опосредствующих каждое из визуальных показаний. Не только в отношении визуальных, но и любых других показаний органов чувств установлено, что перцепция (восприятие) всегда так или иначе связана с апперцепцией, материалистическое понимание которой сводится к пониманию обратного влияния второй сигнальной системы на первую.

Обобщенные и осмысленные знания не только ускоряют процесс различения и распознавания объектов, но и определяют точность их результатов.

Это ясно показано психологией в самых разнообразных случаях (распознавание состава пищевых веществ при дегустации, точность визуальных показаний при пользовании оптическими приборами, например при микроскопировании, слухоразличении малых фонематических разностей при усвоении звукового строя иностранного языка и т. д.). Поэтому развитие логического мышления и речи психология рассматривает в качестве одного из важнейших условий сенсомоторного развития человека.

Как все факторы развития сенсорной организации человека, так и этот фактор делают особенно важным обучение и воспитание сенсомоторных качеств, необходимых для развития способностей человека.

Роль мышления и речи в общем процессе умственного развития человека настолько велика, а рациональное познание делает столь потрясающие успехи в нашем столетии, что подчас возникает вопрос о «замене» чувственного познания рациональным во всех отношениях. К этому надо добавить, что

---

[44] См. Ф. Энгельс. Диалектика природы, стр. 190.

успехи автоматизации производства, внедрение телемеханики и саморегулируемых систем, в том числе и кибернетических машин, также создают кажущееся впечатление, будто бы умственный труд полностью вытесняет физический с его сенсомоторной организацией.

На самом деле такая постановка вопроса ложная как в отношении познания, так и в отношении труда. Самые далеко идущие успехи науки и техники рассчитаны не только на мыслящего, но и *ощущающего* человека. Познаваемые с помощью современных электронных приборов явления внешнего мира регистрируются в виде визуальных или слышимых сигналов, рассчитанных, конечно, не на слепого и глухого, а зрячего и слышащего работника. Сигналы, получаемые посредством этих приборов, должны быть расшифрованы, декодированы посредством аналитико-синтетической деятельности человеческого мозга, что относится и к самым удивительным кибернетическим машинам.

Автоматизация производства увеличила во много раз значение скорости и точности распознавания человеком чувственных сигналов для управления и регулирования работы системы машин. Но дело не только в распознавании сигналов, но и в срочности моторных реакций, даже если они сводятся к нажатию кнопки. С автоматизацией производства возрастает значение срочных и точных сенсомоторных реакций, опосредствованных системой технических знаний и развитым логическим мышлением.[45] Тенденция развития современного производства в условиях социалистического общества заключается не в уничтожении физического труда умственным, а в их соединении, в стирании существенных различий между ними.

Современный производственный труд все более становится одновременно физическим и умственным. Возрастание роли умственного труда с совершенствованием науки и техники, с прогрессом материального производства означает вместе с тем переход на новую ступень и физического труда, характеризующуюся высокой культурой сенсомоторных функций человека.

Непонимание этой простой истины, содержащейся в самых основах диалектико-материалистической теории познания и историческом материализме, приводит к грубым ошибкам в деле воспитания подрастающего поколения, к отрыву

[45] Именно поэтому важное значение приобретает новая область психологии труда — инженерная психология. В этой области проводятся интересные исследования, посвященные работе человека с приборами-показателями и органами управления, требованиям новой техники к сенсомоторной сфере человека, учету особенностей этой сферы при конструировании машин (см.: Н. Г. Левандовский. Некоторые проблемы англо-американской инженерной психологии. «Вопросы психологии», 1958, № 5).

обучения от производительного труда, который всегда представляет и будет представлять определенную взаимосвязь умственного и физического труда.

При этом надо иметь в виду, что не только физический, но и умственный труд предполагает наличие так называемых физических способностей, под которыми разумеются сенсомоторные качества, готовность человека к продуктивной работе в определенных отношениях, которая требует объединения анализаторов и эффекторов на оперировании с известными предметами труда. Для ученого, инженера, агронома, педагога сенсорная культура наблюдения и системы моторных умений необходимы так же, как для художника, музыканта, писателя необходимы развитые цветоразличение, музыкальный слух, наглядные образы в мышлении, сочетаемые со сложнейшими моторными навыками и умениями.

Богатство и многообразие ощущений, чувственного отражения человеком объективной действительности есть одно из условий не только деятельности, но и всего процесса жизни человека, которая невозможна без непосредственной связи с жизнью окружающего мира, бесконечного богатства его явлений, свойств и отношений. Свести жизнь человека только к рациональному отношению к действительности означало бы лишить человека чувственных источников не только мышления, но также эмоций, возникающих на основе потребностей с их бесконечно разнообразной сенсомоторной «гаммой» и палитрой красок. Нечего говорить о том, что такое ограничение прежде всего испытала бы сама человеческая деятельность, которая регулируется не только «второсигнальными» импульсами, но и непосредственным отражением, живой связью человека с окружающим миром, самим процессом материальной жизни человека.

Теоретическое мышление сделало гигантские успехи в познании Вселенной. Однако практическое освоение космического пространства связано не только с необходимостью создания надлежащих средств полета, преодолевающих земное притяжение, но и существенных изменений в человеческой природе, приспособленной к условиям существования человека на его родной планете.

Успехи точных наук, техники и современного социалистического производства делают вполне реальным освоение человеком космического пространства. Биофизика, биохимия и физиология, непосредственно связанные с авиационной медициной, вплотную приступили к разработке новых проблем, возникших в связи с возможным выходом человека за пределы нашей планеты — Земли.

Опыты на животных, как всегда это делалось в естество-

знании, подготавливают почву для решения антропологических проблем. Вместе с тем очевидно, что именно в этой области результаты опытов на животных должны быть переносимы на человека с особой осторожностью.

Эффект потери тяжести (невесомость организма за пределами атмосферы) имеет много общего для животных и человека. Но существенные отличия в природе животных и человека неизбежно скажутся на способах их ориентировки в условиях космического пространства. Поэтому Циолковский в своих трудах об исследовании космического пространства реактивными приборами специально различал изменения в природе животных и человека, обращая особое внимание на важность возникающих у человека ощущений невесомости и связанной с ними перестройкой всей системы поведения.

Не всем известно, что наряду с классическими трудами по реактивной технике Циолковскому принадлежат оригинальные работы по натурфилософии и психологии. В этих работах многое представляет специальный интерес для проблемы отношения человека к Земле и ко Вселенной в процессе чувственного и логического отражения окружающего мира.

Следует отметить, что объективный ход изучения качественных особенностей ощущения человека неизбежно приводил к постановке данной проблемы. Изучение эволюции зрения и бесконечного расширения его возможностей в связи с прогрессом оптической техники не случайно стало в центре исследований сенсорных функций человека.

Ни одно из показаний органов чувств, кроме зрения, не выводит человека за пределы его планеты — Земли. Именно зрительные ощущения и восприятия стали опорой теоретического мышления в исследовании Вселенной. Напомним, кстати, что не только в психологии и физиологии, а и в астрономии были найдены методы экспериментального исследования зрительных функций. Вооруженный глаз, снабженный оптической техникой, стал проводником человека по Вселенной. В свою очередь познание Вселенной, особенно электромагнитного излучения Солнца, позволило глубже понять природу зрения как отражения природы света.

Вавилов образно назвал человеческий глаз «солнечным» в том смысле, что он создан приспособлением организмов к жизненно важным для него солнечным лучам, что он является тончайшим анализатором световой энергии Солнца.

Но не менее правильно и то, что человеческое зрение «земное», так как световой анализатор человека исключительно приспособлен к условиям жизни на Земле, о чем свидетельствуют суточные колебания хроматического и ахроматического

зрения, предметность зрительного восприятия, а особенно — закономерности пространственного видения.

Психолого-физиологические исследования ясно показывают, что в общей динамике зрения и пространственного видения исключительную роль играют не только пространственные положения окружающих человека вещей, но и положение тела человека относительно горизонтальной плоскости Земли.

Полностью оправдывается мысль Ухтомского о том, что факты зрения определяются сложной ассоциативной цепью: зрение — кинестезия — вестибулярные ощущения (равновесия и ускорения). Но такая цепь специфична только для человека с его прямохождением и вертикальным положением, в известной мере противостоящими земному притяжению. Именно с этой цепью зрительно-вестибулярно-кинестезических рефлексов связаны координаты полей зрения человека, взаимодействие монокулярных систем и т. д.

Новейшие исследования бинаурального слуха также показали зависимость слуховой ориентировки от общего положения человеческого тела в пространстве, особенно от исторически сложившихся условновестибулярных рефлексов.

С положением в пространстве связана вся специфическая для человека стереотипия взаимосвязей между обоими полушариями головного мозга, характерное для него отсутствие симметрии в функции парных органов чувств. Это явление функциональной асимметрии пространственного различения характеризует деятельность анализаторов человека, так как оно имеется у высших обезьян лишь в зачаточном виде. У человека подобная анализаторная асимметрия отмечена во всех областях чувствительности: зрении, слухе, тактильной и вибрационной чувствительности, кинестезии, обонянии и др. В связи с зависимостью этих явлений от своеобразных условий парной работы больших полушарий головного мозга человека отчетливо выступает особое значение вестибулярных функций, которые еще недостаточно изучены психологически. В настоящее время известно, что стационарное возбуждение вестибулярного аппарата человека является фоном, на котором возникают временные и срочные корковые реакции на определенные раздражители, а именно: 1) тяжесть с ее направлением (рецепторные сигналы, которые идут от отолитовых органов); 2) ускорения положительные и отрицательные (рецепторные сигналы от полукружных каналов).

Возникающие корковые реакции на перемены тяжести тела человека вызывают торможение фоновой автоматической регуляции равновесия тела (включая функции мозжечка). На основе условнорефлекторной регуляции установок тела в целом и его анализаторных механизмов (в том числе и устано-

вок зрительных осей, общей позы, координации рук и т. д.) вырабатывается любое сенсорное умение: видеть, рассматривать, слышать, ощупывать и т. д.

В ассоциативной структуре любой чувственной деятельности человеческого мозга эти вестибулярные компоненты обязательны, хотя нередко находятся в скрытом или опосредствованном виде.

В теоретических и научно-фантастических произведениях Циолковского обрисована некоторая гипотетическая картина потери человеком веса в условиях космического полета, последствия невесомости для ориентировки в пространстве и поведении. Эта картина представляется отнюдь не только фантастической, когда мы сопоставляем ее идеи и образы с итогами научного изучения системы ощущений человека. Несомненно, что именно анализаторные деятельности человеческого мозга, во всех деталях определяющиеся условиями существования и положением человеческого тела на Земле, должны быть в первую очередь приняты во внимание при подготовке человека к космическим полетам.

И в этом случае сенсорная организация человека входит в общий комплекс проблем дальнейшего прогресса человека как общественного индивида и сложнейшего организма, субъекта познания и практической деятельности

Сенситивность как свойство личности

Чувствительность как способность к ощущению является потенциалом анализатора, который в физиологии и психологии определяют по величине, обратно пропорциональной порогу раздражения. Соответственно характеру этого порога обнаруживается абсолютная или различительная чувствительность. То или иное состояние чувствительности является вместе с тем показателем уровня развития данного анализатора, его функциональной динамики и работоспособности в определенных условиях жизни.

Общеизвестно, что чувствительность всегда модальна; она выражает потенциальное свойство определенного анализатора в отношении данных раздражителей (оптических, акустических, механических, электрических и т. д.), которое видоизменяется в зависимости от качества, интенсивности, локализации и времени действия раздражителя.

Поэтому у одного и того же человека одновременно имеется много форм абсолютной и различительной чувствительности, развитых неравномерно и отличных друг от друга по уровню. Так, у одного и того же человека может быть повышенная разностная чувствительность в области пространст-

венного видения или речевого слуха, а одновременно — пониженная чувствительность цветового зрения или музыкального слуха.

Нередко, особенно при одностороннем развитии и ранней специализации человека, возникают противоречия между различными видами чувствительности в общей сенсорной организации человека. Это явление экспериментально установлено также при сравнительном изучении простых реакций и реакций выбора у одних и тех же людей при действии на них световых, звуковых и других раздражителей (Ланге, Корнилов и др.).

Неравномерное развитие разных видов чувствительности в этой структуре проявляется не только в сфере восприятия, но также в памяти и мышлении. Об этом свидетельствуют достаточно изученные явления зависимости запоминания от сенсорного способа заучивания (зрительного, слухового, кинестетически-двигательного). У одних людей эффективным является включение зрения, а у других выключение при воспроизведении заучиваемого материала. Подобным же образом обстоит дело с участием слуха, кинестезии и т. д. Поэтому типы памяти, описанные в психологии, являются характеристикой ведущего для данной группы людей типа чувственных представлений (зрительных, слуховых и т. д.), зависящих от соотношения разных видов чувствительности в сенсорной организации человека.

С аналогичными явлениями доминирования того или иного чувственных образов мы встречаемся в области внутренней речи и мыслительных процессов, динамики образов воображения в процессе изобразительного, музыкального, поэтического, технического творчества.

Все эти факты, равно как отсутствие каких-либо прямых корреляций между уровнями разных видов чувствительности у одного и того же человека, как будто говорят об отсутствии общего для данного индивида типа и уровня чувствительности. Создается впечатление, что единство индивидуальности отсутствует в ее сенсорном развитии, что сфера ощущений не имеет никакого отношения к человеческой личности.

Но такое допущение возможно только в том случае, если мы будем подходить к человеческому индивиду как к случайному набору различных видов чувствительности, игнорируя структурный характер его сенсорной организации.

В современной науке есть все основания полагать, что существуют не только *частные* виды чувствительности (как потенциальные свойства отдельных анализаторов), но и *общий* для данного человека способ чувствительности, являющийся свойством сенсорной организации человека в целом.

Это общее свойство в психологии называется сенситивностью, которая входит в структуру темперамента.

Сенситивность определяют по ряду признаков возникновения и протекания сенсомоторных реакций, независимо от того, к какой модальности они принадлежат (зрительной, вкусовой и т. д.).

К ним относятся прежде всего *устойчивые* проявления: общего *темпа* возникновения и развертывания сенсомоторных реакций (скорость возникновения, длительность протекания, эффект последействия), *психомоторного ритма* (способа переключения с одного вида чувственного различения на другой, плавность или скачкообразность перехода, вообще особенности временной организации сенсомоторных актов). При этом наиболее показательным является способ *переключения*, связанный с пластичностью всей мозговой организации человека

Характерной для того или иного общего способа чувствительности является *сила* реакции (сенсорной, моторной, вегетативной), которой человек отвечает на самые различные раздражители. Но при этом надо учесть, что в одних случаях сила сенсорных, моторных, сосудистых, секреторных реакций может совпадать, а в других быть избирательной, совпадая частично (например, в сенсорных и сосудистых реакциях) Поэтому о *глубине* сенситивности нужно судить по сочетанию различных показателей, особенно последействию эффектов в виде следовых реакций (непосредственных образов памяти, образованию представлений и их ассоциаций). Сенситивность неразрывно связана с типом эмоциональности: эмоциональной возбудимости или тормозимости, аффективности или инертности, однообразия или множественности эмоциональных состояний при изменении внешних условий и т. д.

Несмотря на большое разнообразие видов и уровней чувствительности у одного и того же человека, сенситивность является общей, относительно устойчивой особенностью личности, которая проявляется в разных условиях, при действии самых различных по своей природе внешних раздражителей

Более подробное исследование этого общего свойства сенсорной организации человека свидетельствует о том, что оно существенно не только для определения типа темперамента, но и способностей человека к разным видам деятельности. Очевидно, это свойство выражает тип нервной системы человека в целом.

Известно, что общие для животных и человека типы нервной системы, изученные Павловым и его школой, заключаются в особенностях соотношения следующих важнейших признаков: 1) силы или слабости нервных процессов, 2) подвижности или малоподвижности этих процессов, 3) взаимодействия

возбуждения и торможения (преобладание возбуждения над торможением, преобладание торможения над возбуждением, равновесие между ними). Соотношение этих параметров образует целостный тип нервной системы, составляющей основу темперамента и способностей.

Тип нервной системы конкретного человека влияет на общий характер чувствительности всех его анализаторов. Это влияние заключается в том, что 1) *скорость* ощущения и различения зависит от того, подвижны или нет нервные процессы, находятся ли они в равновесии или преобладает один процесс над другим (у подвижного типа эта скорость будет большей), у уравновешенного или тормозимого типа дифференцировка раздражителей более точная и т. д.), 2) *устойчивость* уровня чувствительности зависит от того, какова сила нервных процессов, их подвижность и равновесие (более неустойчивая у возбудимого типа, инертная у тормозного и т. д.), 3) *эмоциональная реактивность* при воздействии раздражителей на рецепторы особенно зависит от силы нервных процессов — большая у слабого типа, наименьшая у сильного, уравновешенного, малоподвижного типа и т. д.

Именно эти общие черты типа нервной системы конкретной личности имеют место в разных формах чувствительности у одного и того же человека, выражаются в сенситивности.

Однако отношения между общим типом нервной системы и сенситивностью более сложные и противоречивые, чем можно было бы думать. Это противоречие особенно ясно обнаруживается при исследовании так называемого слабого или меланхолического типа. Выявляемая посредством двигательных, секреторных или сосудистых условных рефлексов нейродинамика этого типа свидетельствует о слабости и малоподвижности нервных процессов. Однако *ориентировочные* рефлексы у людей этого типа обладают высокими показателями, а по скорости и точности дифференцировки различных раздражителей они нередко оставляют позади себя представителей сильных типов нервной системы, темперамента (особенно холериков). Очевидно, что судить о сенситивности без учета качества и скорости самих сенсорных процессов было бы неправильно.

Сложные, а подчас противоречивые отношения между общим типом нервной системы и *избирательным* характером сенситивности объясняются тем, что, как и все в природе, в типе нервной системы человека *общее не существует без особенного*. Благодаря тщательным исследованиям Теплова и его сотрудников стало известно, что у человека общий тип нервной системы сочетается с тем или иным парциальным типом

В обстоятельном исследовании общих типов высшей нервной деятельности животных и человека Теплов[46] обратил особое внимание на различие по силе, уравновешенности и подвижности нервных процессов в разных анализаторах, вообще в отдельных областях больших полушарий головного мозга.

На основании многочисленных данных павловской школы Теплов заключил, что «в этом отношении индивидуальные различия между собаками, по-видимому, невелики».[47]

Более значительными и существенными являются видовые, филогенетические различия, выражающиеся в ведущей афферентации (Вацуро) за счет большей силы нервных процессов то в слуховом анализаторе (собаки), то в кинестетическом (у антропоидов) и т. д.

Обсуждая принцип ведущей афферентации, выдвинутой Вацуро, по отношению к филогенезу поведения, Теплов соглашается с его положением о том, что у человека ведущим является не тот или иной анализатор, а вторая сигнальная система.[48]

Однако к этому положению Теплов внес важное дополнение, заметив, что «у отдельных людей, как их индивидуальное различие, может выступать «ведущая афферентация». *То, что у животных было признаком вида, стало у человека признаком индивидуальности»* [49] (курсив наш. — *Б. А.*). Исследования Теплова и его сотрудников убедительно показывают, что общий тип нервной системы сочетается у человека с парциальным типом, с особенностями силы, подвижности и взаимодействия нервных процессов в определенных областях коры головного мозга.

Такое сочетание позволяет понять взаимосвязь между сенситивностью и соотношением в развитии отдельных видов чувствительности, т. е. между *общими* и *особенными* свойствами сенсорной организации человека. Теплов глубоко прав, считая парциальные типы «признаком индивидуальности», специфическим для человека.

---

[46] Б. М. Теплов. Некоторые вопросы изучения общих типов высшей нервной деятельности человека и животных. Сб. «Типологические особенности высшей нервной деятельности человека». М., Изд. АПН РСФСР, 1956.

[47] Там же, стр. 100.

[48] Однако механизм анализаторов нельзя отождествлять с механизмом временных связей не только второй, но и первой сигнальной систем. Суждение Вацуро содержит в себе именно подобное смешение основных физиологических понятий. Не требует доказательств, что и вторая сигнальная система не может быть замкнута в замыкательных приборах коры головного мозга. В действительности она не функционирует без своих органов: речедвигательного и речеслухового анализаторов.

[49] Б. М. Теплов. Некоторые вопросы изучения общих типов высшей нервной деятельности человека и животных, стр. 101.

С этих позиций возможно объяснить многочисленные факты индивидуальных различий чувствительности.

В современной зарубежной психологии и физиологии широко распространено мнение, что чувствительность есть наследственно обусловленное предрасположение рецепторов к определенному уровню реагирования. В связи с этим пониманием находятся прямые попытки применить генетику Менделя к объяснению происхождения индивидуальных различий в чувствительности, например во вкусовом различении. Так, Снайдер утверждает, что существует наследственная обусловленность индивидуальных различий вкусового различения. Обследовав 100 семейств, он пришел к выводу, что «если ни один из родителей не ощущал вкуса смеси, то ни один из детей не может чувствовать этот вкус». Блэйколн и Фокс категорически формулируют наследственную обусловленность индивидуальных различий вкусовой чувствительности, распространив этот вывод на общую природу чувствительности в своих выводах: 1) «люди имеют *врожденные* различия в сенсорном отношении», 2) закон Менделя объясняет образование индивидуальных различий чувствительности у человека.

Сходное толкование мы встречаем у Сишора. Утверждая, что индивидуальные различия звуковысотного восприятия объясняются «структурными различиями органов чувств», этот автор приходит к выводу, что «музыкальное дарование не только само по себе врожденно, но оно врожденно в специфических типах». В одной из своих работ (1938 г.) Сишор утверждал, что все индивидуальные различия чувствительности врожденны и не изменяются от упражнения.

Однако теория Сишора убедительно опровергнута советскими учеными (Тепловым, Кауфманом и др.).

Обнаруженная Кауфманом разница в звуковысотном различении между пианистами и инструменталистами была им объяснена тем, что пианисты пользуются готовым темперированным строем, а инструменталисты также, притом главным образом, натуральным. Звуковысотное различение зависит от того, в каких способах практического отношения к звуку функционирует восприятие высоты звука. Совершенно очевидно, что такая постановка вопроса в корне противоположна претенциозным взглядам Сишора.

В ряде работ по изучению вкуса (Гусева, Торновой) показано, что индивидуальное варьирование вкусовых порогов находится в прямой связи с различными способами интеллектуального опосредования в процессе вкусового различения. Исследование динамики обонятельной чувствительности (Веденова) обнаружило, что индивидуальное повышение и пони-

жение порогов обоняния варьирует в зависимости от способа взаимодействия ощущения и мышления. Так, согласно этим данным, правильность распознавания запахов и преодоления обонятельных иллюзий находится в зависимости от процесса образования представлений о запахе (как правило, обонятельная чувствительность под влиянием представлений повышается). Аналогичные данные получены нами в отношении зрения, осязания, болевой чувствительности. Они свидетельствуют о зависимости способа чувствительности от типа соотношения первой и второй сигнальных систем, от направлений развития индивидуального опыта человека, формирующегося в процессе его жизни и деятельности.

Характерно, что разнообразные индивидуальные различия существуют в пределах зоны общей закономерности. Так, известно, что пороговые концентрации различны в отношении разных вкусовых веществ (например, сахар — 1 часть на 200 частей воды, соль — 1 часть на 2000 частей воды, хинин — 1 часть на 39 000 частей воды). Соответственно и индивидуальные различия, подчас очень значительные, варьируют в пределах сотых, тысячных, десятитысячных концентраций, являющихся общими пороговыми зонами для вкусового различения. В исследовании цветоощущения Зотова эти индивидуальные различия показаны также в пределах зоны общей закономерности. Отличаясь по степени отклонения (например, в восприятии зеленого цвета при смешении цветов возможно увеличение оранжевого компонента до 45%), оно не отличается по характеру, т. е. направлению. С аналогичным фактом общей зональности индивидуальных различий мы встречаемся в исследовании болевой чувствительности (Беркенблит), где общей закономерностью является снижение порогов, т. е. увеличение чувствительности и боли, но степень колебаний различна (сдвиги от 3 до 12). Таким образом, общие закономерности не только не отвергаются индивидуальными отклонениями, но, напротив, подтверждаются ими. Общая закономерность многообразно раскрывается в единичных проявлениях. Следовательно, индивидуальные различия в чувствительности не абсолютны (как это утверждают Салмон и Блэйксли в тезисе, что сенсорный мир индивидуальности совершенно ограничен), но относительны к способам деятельности, в которых они формируются, к объективным условиям, в которых они функционируют.

Интересны в этом отношении данные Зотова о роли угла зрения в цветоощущении: чем больше угол зрения, под которым воспринимается цвет, тем меньше индивидуальные различия, тем больше процессы восприятия приближаются к положительной критической точке. С увеличением угла зрения

индивидуальные различия уменьшаются. Следовательно, существует обратно пропорциональная связь между величиной угла зрения и степенью индивидуального отклонения.

Индивидуализация чувствительности закономерна уже потому, что и в сфере чувствительности условнорефлекторный механизм является определяющим. На это указывают и новейшие исследования индивидуально приобретенных изменений чувствительности в процессе восприятия и узнавания.

Исследования показали, что работа второй сигнальной системы в виде общих представлений и мыслительных процессов перестраивает и сенсибилизирует работу органов чувств; физиологически это означает сенсибилизирующую роль высших отделов коры головного мозга в отношении органов чувств. Можно полагать, что, несмотря на генетическое значение различий в структуре и функциях органов чувств, главное генетическое основание для образования индивидуальных различий чувствительности заключено в рефлекторной работе коры.

Наследственно-врожденные предпосылки индивидуальных различий чувствительности связаны с типологическими особенностями нервной системы в значительно большей мере, чем с морфологической конституцией рецепторов. Но эти наследственно-врожденные предпосылки сами по себе еще не определяют индивидуального своеобразия чувствительности, зависящего от направления развития жизненного опыта человека в определенных условиях объективной действительности. Относительная неравномерность в развитии разных видов чувствительности, образование «ведущей афферентации» в сенсорной организации человека объясняется тем, что в зависимости от структуры деятельности и условий жизни приобретают ведущее значение определенные виды внешних воздействий, входящие в состав этой структуры и условий.

Поэтому индивидуальные различия чувствительности являются результатом совокупного действия общего и парциального типов нервной системы, структуры деятельности и накопления жизненного опыта.

Индивидуальные различия и особенности сенсорного развития возникают не сразу с рождением человека. На первом году жизни последовательно, а не одновременно формируются различные анализаторные деятельности, по мере выработки с них системы условных рефлексов. Но между детьми не обнаруживается значительных различий в уровне чувствительности одного и того же анализатора. Доминирование тактильной рецепции и кинестезии над зрением и слухом у годовалого

ребенка есть возрастная особенность, по отношению к которой индивидуальные вариации ничтожны.

В последующем, напротив, доминирование слуха и зрения определяет сенсорную организацию ребенка и подростка в условиях обучения, в которых слово воспитателя и наглядные средства играют ведущую роль. Такое доминирование также относится к возрастным, а не индивидуальным особенностям чувствительности, хотя индивидуальные особенности приобретают более выраженный характер.

Но взрослый человек отличается от другого весьма значительно по своей сенсорной организации; прежде всего это отличие объясняется различием предмета и средств (техники) трудовой деятельности, образа и условий жизни, создаваемых трудом самого человека. Возможности парциального типа нервной системы переходят в действительность благодаря практической деятельности человека, накоплению его жизненного опыта в определенных направлениях.

Имеющиеся в науке данные об индивидуальных различиях чувствительности относятся именно к взрослым людям, лишь частично к подросткам. Очевидно, что в процессе жизни индивидуализация чувствительности прогрессирует, что связано с общим процессом развития личности.

При такой постановке вопроса возникает необходимость изучить сенсорные сдвиги в процессе старения, изменения сенсорной организации в старости. Известно, что у старых людей постепенно снижаются уровни чувствительности зрения (особенно остроты зрения), слуха, обоняния и т. д. Однако никаких возрастных *норм* такого изменения чувствительности не удалось установить в силу значительных индивидуальных различий в одном и том же возрасте. Изученные случаи долголетия, напротив, свидетельствуют о том, что возможна сохранность различительных функций анализаторов и в глубокой старости, если она *деятельна,* т. е. если не прекращается трудовая деятельность в том или ином виде.

Но особенно интересно явление возрастания индивидуальных различий чувствительности, отмеченное французским психологом Гавини. Она доложила на XIII Международном конгрессе по прикладной психологии результаты длительного экспериментального исследования зрения и слуха у стареющих и старых людей. Сопоставляя данные, полученные на людях от 50 до 80 лет, она пришла к выводу, что старение *в общем* скорее проявляется в снижении точности различения, нежели в скорости сенсорных реакций. Только к 80 годам обнаруживается «тотальное» снижение зрительных и слуховых функций. Возрастной диапазон оказался очень значительным в пределах 30 лет жизни.

Более существенными, как показывают эксперименты, являются индивидуальные различия, которые не уменьшаются, а возрастают по мере старения.

Эти выводы, конечно, нуждаются в проверке. Однако они показывают, что *возрастного* доминирования слуха или зрения в старости не существует, равно как не существует закономерного снижения каждой из этих функций безотносительно к сложившейся в процессе жизни личности сенсорной организации человека.

Изучение сенсорного развития от рождения до глубокой старости составляет одну из важных задач теории ощущений, причем оно особенно необходимо для понимания роли всей сенсорной организации человека в осуществлении функции каждого из видов чувствительности. Но уже сейчас становится ясно, что старение не есть механическое обратное развитие, сопровождаемое последовательным редуцированием органов чувств, как это представлялось до недавнего времени.

Еще в «Феноменологии духа» Гегель наметил схему индивидуального развития, в которой чувственное познание приписывалось ребенку, а рациональное — взрослому человеку и старику. Последний изображался Гегелем как «рациональное существо», лишенное всех живых связей с окружающим миром. Эту тенденцию продолжил Макс Штирнер, возрастную феноменологию которого разрушили до основания Маркс и Энгельс, показавшие вздорность такой концепции. Единство чувственного и логического на основе практики и языка есть общая закономерность познания. Изменение соотношений между чувственным и логическим происходит в пределах этой общей закономерности. «Чувственность» познания существует до тех пор, пока человек существует, живет, общаясь с внешним миром посредством чувствующих систем мозга. Сложившаяся в ходе жизни и деятельности человека сенсорная организация сама становится одним из факторов его жизнеспособности и жизнестойкости. В этом смысле слова можно сказать, что сенсорная организация не только продукт жизни человека, но и одно из условий его долголетия.

ГЛАВА III

ПОРОГИ ОЩУЩЕНИЙ И ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ

Состав ощущения

В онтологическом отношении ощущение есть сложный рефлекторный акт, сигнал и средство ориентировки человека в окружающей среде. Благодаря успехам современного естествознания и психологии возможно представить условия и механизм построения образа, отражающего внешний мир.

Однако для гносеологического понимания сущности ощущения этих определений еще недостаточно. В гносеологическом отношении, поскольку речь идет об ощущениях *человека* как субъекта познания, они являются непосредственно-чувственными *знаниями*, самым элементарным фактом сознания.

Понимание ощущений как образов объективной действительности есть понимание их как *знаний*, противопоставленных агностической трактовке их в качестве *знаков*, предложенной Гельмгольцем. Критикуя Гельмгольца за положение, что ощущение есть знак, а не изображение воздействующего на орган чувств внешнего явления, Ленин писал: «Бесспорно, что изображение никогда не может всецело сравняться с моделью, но одно дело изображение, другое дело символ, *условный знак.* Изображение необходимо и неизбежно предполагает объективную реальность того, что́ „отображается". „Условный знак", символ, иероглиф суть понятия, вносящие совершенно ненужный элемент агностицизма».[1]

Как источник и первая ступень познания ощущения человека относительно верно отображают объективную действительность, являются средством живой связи сознания с этой действительностью, причем в такой мере, что «иначе, как

[1] В. И. Ленин. Соч., т. 14, стр. 223.

через ощущения, мы *ни о каких формах вещества и ни о каких формах движения ничего узнать не можем*»[2] (курсив наш. — *Б. А.*). В своих «Философских тетрадях» Ленин комментировал Фейербаха следующими замечаниями: «чувственное = первое, само по себе существующее и истинное»,[3] «Sinnlich, physisch [чувственный, физический] замечательное приравнение!».[4]

В конспекте книги Фейербаха о философии Лейбница Ленин подчеркнул его определение различий между рассудком и способностью к ощущениям: «Чувственное восприятие дает *предмет*, разум — *название* для него. В разуме нет того, чего бы не было в чувственном восприятии», — сопроводив это определение примечанием: «NB, bien dit! [Хорошо сказано]».[5]

Ленин включает в этот конспект очень важную мысль Фейербаха об ошибочности положения, будто «в ощущении я являюсь единичным, а в мышлении всеобщим», которой Фейербах противопоставляет другую мысль: «Однако в ощущении я не менее всеобщ, чем в мышлении единичен. Согласованность в мышлении зиждется только на согласованности в ощущении».

Фейербах пришел к выводу, что «всякое человеческое общение основывается на предпосылке одинаковости ощущения у людей», что Ленин особо отмечает в своем конспекте,[6] поскольку эти мысли весьма важны для понимания ощущений как неисчерпаемых источников мышления и речи.

Множественность ощущений, в которых совершается переход от материи к сознанию, есть только одна сторона проблемы. Другой является разнородный *состав* каждого отдельного ощущения независимо от того, будет ли оно зрительным или вкусовым, слуховым или кинестетическим. В этот состав входят: модальность, качество, интенсивность (количественная сторона ощущений), пространственные и временные компоненты.

Модальность ощущения есть его главная характеристика как отражения определенных состояний и форм материи, к воздействиям которой (свету, звуку, теплоте, пахучим веществам и т. д.) филогенетически приспособлен данный анализатор.

Одновременно модальностью данного ощущения характеризуется общая функция производящего его анализатора

---

[2] Там же, стр. 288.
[3] В. И. Ленин. Соч., т. 38, стр. 54.
[4] Там же, стр. 64.
[5] Там же, стр. 384.
[6] Там же, стр. 387.

(светового, звукового, температурного, запахового и т. д.). Именно в модальности выступает та «всеобщность» ощущений, о которой писал Фейербах, поскольку она есть общая форма или вид определенной массы ощущений.

В модальности ощущения отражается *общее* свойство *различных* предметов внешнего мира (например, освещенность и цвет различных по своей форме, плотности, звуковым свойствам вещей). Можно сказать, что каждая *определенная форма ощущений* (зрительная, слуховая и т. д.) *отражает через единичное общее свойство данной формы движения материи.*[7]

Экспериментально-психологические исследования показали, что в первые мгновения зрительного ощущения человек осознает прежде всего то, что на него действует в данный момент не звук или запах, а свет, т. е. самое общее в оптических раздражителях. Лишь затем человек осознает конкретное качество (хроматический или ахроматический цвет, его «тон» и насыщенность) и интенсивность.

Например, физиологические исследования также показывают, что при выработке условного рефлекса на световой раздражитель (например, красный свет) вначале имеется общая реакция анализатора на любой световой раздражитель (но не вообще на любое внешнее воздействие), т. е. разлитое состояние процесса возбуждения. Лишь в процессе дифференцировки (различного действия подкрепляемых и неподкрепляемых раздражителей) реакция возникает не на любой световой раздражитель, а именно на красный свет.

Следовательно, в каждом отдельном ощущении отражаются и *общие свойства* данной формы движения материи и *особенные* проявления этого свойства в единичном предмете внешнего мира. Эти особенные проявления выступают в виде качества ощущений, по поводу которого Ленин писал: «Качество и ощущение... одно и то же, говорит Фейербах. Самым первым и самым первоначальным является ощущение, а *в нем* неизбежно и *качество*...»[8]

По качествам каждая модальность многообразна. Зрительные ощущения, например, различаются по цветовым тонам и насыщенности, причем эти различия не сводятся только к основным спектральным цветам, но включают в себя многообразные их сочетания (по физическим законам смешения цветов) и взаимовлияния. Достаточно сказать, что только для распознавания и наименования цветовых признаков растений

---

[7] Именно поэтому ощущения классифицируются по модальностям, а сама классификация ощущений неизбежно включает в себя их материальные источники (физические, механические, химические и т. д.).

[8] В. И. Ленин. Соч., т. 38, стр. 315.

употребляется на русском языке около 230 названий цветов, относительно соответствующих международной шкале цветов для биологов, включающей свыше 300 названий для различных оттенков цветов.[9] Но таких ощущаемых оттенков цветов (вариаций и сочетаний цветовых тонов) много тысяч, для обозначения которых недостаточно самых богатых речевых средств. Слуховые ощущения различаются по таким качествам, как высота, громкость, тембр ощущаемых звуков и их сочетаний; вкусовые качества также многообразно модифицируются при слиянии, смешении, контрастах и т. д.

Единство модальности ощущений выступает в многообразии их качеств, отражающих качественное многообразие явлений и свойств данной формы материи.

Изменение качества (например, красного цвета или высокого тона) связано с изменением интенсивности, т. е. количественного изменения ощущений в зависимости от интенсивности раздражения. Красный цвет или высокий тон значительно видоизменяются в пределах всей шкалы интенсивностей ощущений.

Интенсивностью ощущений называется количественное изменение ощущений в зависимости от изменения силы воздействующего внешнего предмета, а также от изменения функционального состояния органа чувств и мозга. В зависимости от того, как связывается внешний раздражитель (и его интенсивность) с деятельностью организма, находится и интенсивность ощущений.

Так, например, зрительное ощущение определенного цвета может быть более или менее интенсивным в зависимости от интенсивности освещения (красный цвет может ощущаться то более, то менее ярким). Ощущение красного цвета может отражать также большую или меньшую насыщенность данного цвета. Слуховые ощущения в зависимости от силы звука могут быть ощущениями различной громкости одного и того же звука. Интенсивность ощущений имеет место в пределах одного и того же качества ощущений. *Сочетание различных качеств и интенсивностей ощущений бесконечно расширяет возможность расчленения внешних явлений* «на мельчайшие отдельности». Подобное сочетание позволяет отражать не только качество и состояние воздействующего на орган чувств предмета, но и непрерывно изменяющийся характер взаимодействия органов чувств внешнего мира.

Под длительностью ощущений разумеется время протекания данного ощущения, которое находится в зависимости от

---

[9] См. А. С. Бондарцев. Шкала цветов. Пособие для биологов при научных и научно-прикладных исследованиях. М., Изд. АН СССР. 1954.

длительности воздействия внешнего мира на органы чувств и вызванного им состояния анализатора.

Непрерывно или прерывно воздействующие раздражители ощущаются различно.

В эспериментальной психологии время ощущения и различения изучалось посредством метода так называемых психических реакций. В опытах отмечалось время между автоматической подачей раздражителя и словесным или двигательным ответом испытуемого. Реакция регистрировалась в микроинтервалах времени посредством специального прибора — хроноскопа. Было найдено, что различные ощущения (зрительные, кожные, слуховые) протекают неодинаково в смысле скорости реакции. Но и в пределах одного вида ощущений скорость реакции оказалась различной в зависимости от того, прерывистыми или непрерывистыми были раздражители. Так, например, слуховая реакция на непрерывный звук осуществлялась в 0,246 доли секунды, а на прерывистый звук — в 0,290 доли секунды.

Длительность ощущений изменяется под влиянием ряда факторов, в том числе функционального состояния органа чувств, его приспособления (адаптации) к зрительно действующему раздражителю.

Длительность ощущений является моментом восприятия времени. В этом смысле особое значение имеют слуховые ощущения и различение временной последовательности звукового ряда. Но внешние явления воздействуют на органы чувств не только в определенных условиях времени, но и в определенных условиях пространства.

Ощущая красный цвет, мы относим этот цвет к определенной поверхности освещенного воспринимаемого тела, занимающего определенное место в пространстве. Ощущая звук, его тон или силу, мы отражаем и источник этого звука, его местоположение и направление движения. Прикосновение к коже предмета отражается не только в виде ощущения гладкости, шероховатости, давления внешнего предмета, но и в виде отражения пространственных признаков предмета (особенно его протяженности). При прикосновении мы точно знаем, с какой частью нашего тела соприкасается внешний предмет и т. д.

Пространственная локализация, т. е. анализ раздражителя в зависимости от его места в пространстве, составляет характерную черту ощущений. В пространственный ингредиент ощущений включается также отражение протяженности направления, величины и других пространственных признаков объектов.[10] Пространственно-временная характе-

[10] См. Б. Г. Ананьев. Пространственное различение.

ристика ощущений является сочетанием фактора времени (хронаксии) и пространственным размещением импульсов (топаксии), соединяющихся, как это показал Макаров, в явлении хронотопа.[11] В каждом отдельном ощущении, в каждый данный момент модальность, качества, интенсивность и эти компоненты выступают во взаимной связи. Следовательно, психологический анализ ощущений позволяет вскрыть содержательность и богатство даже такого элементарного факта сознания, каким является отдельное ощущение.

Пороги ощущений и абсолютная чувствительность

Известно, что не всякое материальное воздействие на орган чувств, вызывающее его раздражение, ощущается человеком.

Неощущаемые раздражители, вызвавшие раздражение и возбудимость рецептора, но не вызвавшие ощущения, носят название подпороговых. К ним относятся внешние воздействия, которые являются для наших ощущений либо бесконечно малыми, либо бесконечно большими величинами. Так, например, мы не ощущаем действия инфракрасных или ультрафиолетовых лучей, несмотря на их биологическое действие на организм, не воспринимаем вооруженным глазом звезд меньше 6-й величины и т. д. Мы не ощущаем ультразвуков, несмотря на сдвиги под их влиянием в организме. Звуковые раздражения, лежащие ниже порога слуховых ощущений, производят в организме определенные изменения (например, электрических токов мозга или расширения зрачка). Чрезмерно малая концентрация сахара или хинина в дистиллированном виде вовсе не будет нами распознаваться, а эти растворы будут отождествляться нами с обычной дистиллированной водой. Мы не ощущаем прикосновения падающих на кожу пылинок и т. д.

Но подпороговыми раздражителями могут быть не только бесконечно малые и бесконечно большие величины внешних раздражителей (или материальных процессов во внутренней среде организма). Так, мы то ощущаем, то не ощущаем звуки тикающих часов; нередко мы не ощущаем и не воспринимаем отдельные качества находящихся в поле зрения предметов. Воспринимая пейзаж или его изображение, мы можем в нем «не заметить» цвета или насыщенности той или иной его части и т. д. Эти факты «незамечания» возможных для ощущений (находящихся в пределах их порогов) и ощуще-

[11] П. О. Макаров. Проблемы микрофизиологии нервной системы. М., Медгиз, 1947.

мых в других условиях раздражителей объясняются влиянием динамики временных связей на процесс ощущения.

Павлов указывал на то, что внешние явления для организма могут то существовать, то *«как бы* не существовать», если они не связываются с нужной *в данных условиях* физиологической деятельностью организма. Замыкание *временных* связей между внешним воздействием и определенной деятельностью организма влияет на общее состояние анализатора.

Изменчивость взаимоотношений между ощущением и раздражителем объясняется изменением соотношений между безусловными и условными рефлексами в общей структуре данного акта поведения. Однако, несмотря на изменчивость таких отношений, можно выделить относительное постоянство связей между ощущением и объектом («раздражителем») в виде порогов ощущения. Порогом ощущения называется едва заметное (минимальное) ощущение или предельно возможное по своей интенсивности (максимальное) ощущение.

Минимальное ощущение составляет нижний порог ощущений, максимальное ощущение характеризует верхний порог ощущений. Нижний и верхний пороги ощущений относятся к так называемым абсолютным порогам ощущений. Пороги ощущений определяются величиной и качеством раздражителей, вызывающих в данный момент раздражения органов чувств.

Минимальная величина раздражителя, вызывающего едва заметное ощущение, определяет нижний порог ощущений. Эта величина имеет неодинаковое значение в состоянии возбудимости или адаптации рецептора. Значение этой величины особенно изменяется в зависимости от того, образуется или нет временная связь с данным раздражителем.

Нижние пороги видоизменяются в зависимости от качества раздражителей. Поэтому имеется столько нижних порогов ощущений определенного вида (например, зрительных или вкусовых), сколько качеств раздражителя отражается в данных ощущениях. Известно, что человек обычно ощущает не весь спектр световых лучей, а так называемый видимый спектр (длины световых волн от 390 до 800 *ммк*). Нижние пороги цветоощущения различны по отношению к красному, желтому, зеленому, голубому, синему, фиолетовому цветам Различны нижние пороги и светоразличений по отношению к белому, черному цветам, различным оттенкам серого цвета

Обычными границами человеческого слуха считаются колебания звуковых волн от 16—22 до 15 000—22 000 *гц*. В этих пределах нижние пороги ощущений различны по отношению к различным колебаниям звуковых волн.

В области вкуса установлено, что нижние пороги ощущения сладкого иные, чем кислого или горького вкуса. В этом различии нижних порогов ощущений одного и того же вида сказывается неотделимость величины раздражителя от его качества. Нижние пороги ощущений неоднородны при раздражении разных частей одного и того же рецептора одним и тем же раздражителем. Так, например, нижний порог кожных ощущений (едва заметное прикосновение) на чувствительнейших местах кожи человека: кончиках пальцев рук, висках, лбу — возникает уже при давлении тяжестей в 2 *мг*, а на других (например, пятке) нижний порог повышается до величины раздражителя в 1 *г* и т. д.

В области зрения найдено, что наиболее чувствительными к цвету являются части центральной области сетчатой оболочки глаза, а наименее — боковые части этой оболочки и т. д. В этой неоднородности нижних порогов для разных частей одного и того же рецептора проявляется неравномерное развитие специализации рецептора в процессе приспособления к определенной форме движения материи.

По нижнему порогу ощущений у данного человека по отношению к данному раздражителю судят об *уровне чувствительности* определенного рода (например, чувствительности к красному цвету или чувствительности к горькому вкусу).

Способность к распознаванию величины и качества раздражителя называется чувствительностью.

Уровень чувствительности определяется по характеристике нижнего порога ощущений. Если, например, один человек испытывает едва заметные ощущения соли при растворе NaCl в 0,25, а другой — при концентрации NaCl в 1,25, то в первом случае отмечается более высокая чувствительность к соленому, нежели во втором.

Чем *меньше* минимальная величина раздражителя, тем *больше* чувствительность к данному раздражителю, тем тоньше распознавание качества воздействующего на рецептор раздражителя. Можно выразить величину чувствительности формулой

$$E = \frac{1}{J}$$

где E означает чувствительность, а буквой J означается пороговая величина раздражителя.

Чувствительность, определяемая по нижнему порогу ощущений, носит название абсолютной чувствительности в отличие от так называемой разностной чувствительности (см. дальше).

Абсолютная чувствительность обратно пропорциональна порогу ощущений, т. е. чем меньше величина нижнего порога ощущений, тем тоньше и выше чувствительность.

Абсолютная чувствительность рецепторов человека чрезвычайно велика. Светочувствительные клетки сетчатки глаза в 3000 раз чувствительнее (именно к свету) самой светочувствительной фотографической пластинки. При полной темноте и при совершенно прозрачных средах мы могли бы увидеть зажженную свечу на расстоянии до 27 *км*. По данным Вавилова, человеческий глаз при наиболее благоприятных условиях способен ощущать лучистую энергию, равную всего нескольким квантам. Ни в одном физическом приборе еще не удалось воспроизвести подобную светочувствительность человеческого глаза. Чрезвычайно велика абсолютная чувствительность человеческой руки (рецептора осязания), особенно в состоянии ее деятельности — оперирования с вещами. Абсолютная чувствительность слуха исключительно тонка по отношению к средним высотам звуков (колебания от 1000 до 3000 *гц*), составляющим физическую природу звуков человеческой речи и музыки. Вкусовой анализатор человека, деятельность которого включает опробование и определение химических качеств предмета (например, дегустатор в пищевкусовой промышленности) характеризуется высокой абсолютной чувствительностью к ним. Абсолютная чувствительность зависит от условий жизнедеятельности. У человека эта чувствительность определяется общественными условиями существования и характером его трудовой деятельности. Этим объясняется, например, то, что абсолютная чувствительность слуха у человека особенно развита в зоне звукового строя звука, а у собаки в этой зоне чувствительность грубая, в то время как собака различает звуки еще в пределах 80 000—90 000 *кол/сек*. Обонятельный анализатор человека производит тончайший анализ химических веществ, растворенных в воздухе (например, 1/100 000 000 доли мускуса в 1 *л* воздуха). Обоняние у собаки чрезвычайно развито, но оно ограничено временными связями именно с животной пищей собаки. Поэтому у собаки обоняние обострено по отношению к запахам животных и значительно более грубо по отношению к запахам растений.

Следовательно, абсолютная чувствительность *относительна* к тем условиям среды, которые являются необходимыми для самого существования организма, нормального существования процесса обмена веществ между организмом и средой. В мичуринской биологии такие условия, имеющие особое значение для жизнедеятельности, называются *жизненными* условиями среды.

Верхний порог ощущения представляет собой максимальную интенсивность ощущения, возможную для отражения данного качества раздражителя. Сверхмощные для рецепторов человека раздражители либо вовсе не ощущаются, либо не усиливают уже имеющуюся максимальную величину ощущения за пределами верхнего порога ощущения. Чрезмерно сильные раздражители данного качества (например, ослепляющие — яркий свет, мощные залпы орудий и т. д.) вызывают лишь ощущение боли в данном рецепторе. В этом явлении обнаруживается охранительная роль торможения, предохраняющего рецептор от перераздражения.

Как и нижние пороги ощущений, верхние пороги неодинаковы у разных людей в зависимости от условий и характера их деятельности. Но и у одного и того же человека верхние пороги изменяются с изменением жизненных условий его деятельности. Так, начинающий обучаться летному делу первоначально не будет ощущать отдельных звуков усиливающегося шума мотора, возникающего при увеличении числа оборотов. Опытный летчик ощущает не только отдельные звуки в этом сверхмощном для обычного уха шуме, но и научается различать эти звуки, а тем самым судить о возрастающем числе оборотов. Впервые попавший на поле боя человек будет оглушен залпами орудий и разрывами бомб. Но в процессе боевой закалки эти звуки перестанут оказывать на него оглушающие действия. Бывалый солдат и командир не только ощущают возрастание сверхмощных интенсивностей, но и судят по ним о калибрах орудий.

Яркий поток света ослепляюще действует на человека, но опытный сталевар не только ощущает изменения интенсивности сверхъяркого света расплавленной стали, но и различает цветовой тон и насыщенность в этих изменениях, по которым судит об изменении состояния плавки металла и т. д. Сдвиги верхних порогов ощущений объясняются не только адаптацией и центральным торможением рецептора, но и зависимостью их от динамики временных связей.

Когда максимальные раздражители приобретают значение сигнала для деятельности, они превращаются в раздражители ощущаемые, т. е. пороговые раздражители. Вместе с понижением верхнего порога данного вида ощущений (зрительных или слуховых) происходит и понижение порога болевой чувствительности рецептора. Сталевар уже не испытывает рези и покалывания в глазах там, где непривычный к такому яркому свету человек будет испытывать режущую боль в глазах. Опытный летчик не испытывает той резкой боли в ушах и голове, которую испытывает новичок, впервые имеющий дело с работающим авиамотором, и т. д.

Следовательно, верхние пороги, как и нижние пороги ощущения, изменяются и развиваются в зависимости от жизненных условий деятельности человека; это значит, что *абсолютная* чувствительность человека развивается как в нижних, так и в верхних своих границах.

Разностные пороги и разностная чувствительность

На рецептор действует *одновременно* или *последовательно* (друг за другом) несколько или множество раздражителей. Между этими раздражителями имеется объективная связь по их материальной природе, пространственному положению, связь во времени действия на рецептор. Эти раздражители еще в большей мере объективно отличны друг от друга по качеству, интенсивности, пространственно-временным признакам и отношениям.

Отражение сходства и различия между раздражителями носит название процесса различения. В этом процессе отдельные (одновременно или последовательно протекающие) ощущения связываются друг с другом, становясь источником сложного мыслительного процесса — *сравнения*. Процесс различения так же, как и процесс ощущения, характеризуется определенными пороговыми величинами (так называемыми разностными порогами или порогами различения). По этим пороговым для процесса различения величинам определяют различительную или разностную чувствительность человека.

Материальной основой процесса различения служит различительная (дифференцировочная) деятельность коры головного мозга человека. Одной из важнейших особенностей высшей нервной деятельности является дифференцировка близких сигналов, действующих на один и тот же рецептор. Специализация условного раздражителя, т. е. превращение его из индифферентного в условный, связана именно с дифференцировкой внешних раздражителей, действующих на один и тот же раздражитель. Опыты Павлова и его сотрудников показали, что даже тысячекратное повторение какого-либо сигнала, подкрепленное безусловным раздражителем, не приводит к специализации условного раздражителя. При таком положении животное продолжает отвечать слюноотделительной реакцией и на близкие сигналы. Так, например, если условным раздражителем избран метроном, производящий 120 ударов в минуту, то слюноотделительная реакция будет иметь место и при 150 и при 70 ударах в минуту. Стоит, однако, дать однократную пробу одного из близких сигналов без подкрепления, а условный раздражитель сопроводить подкрепле-

нием, как произойдет специализация условного раздражителя. Слюноотделительная реакция будет иметь место только при действии условного раздражителя и не будет иметь места при действии близких сигналов.

Нельзя думать, что при обобщенном (генерализованном) рефлексе на близкие сигналы вовсе не имеет места различение между интенсивностями и качествами близких сигналов. Но здесь имеется лишь установление или констатация разницы, обусловленная различием в колебаниях процесса возбуждения. Внешним выражением изменения возбудительного процесса будет ориентировочная реакция на любую смену одного раздражителя другим. Павлов отделял дифференцировку раздражителей от подобной констатации или установления разницы раздражителей. Он доказывал, что в основе дифференцировки раздражителей лежит борьба между раздражением и торможением, а выработка дифференцировок основана на развитии внутреннего торможения в отношении дифференцируемых агентов (Павлов).

Замыкание временной связи между данным (специализированным) условным рездражителем и определенной деятельностью обозначает не только более глубокий анализ внешних раздражителей, но и установление связи между ними путем их соединения (синтез).

Следовательно, основу различения составляет единство аналитической и синтетической работы коры больших полушарий головного мозга.

Исключительно большую роль в дифференцировке внешних раздражителей человеком играет слово. Обозначение словом обобщенного знания о предметах и отношениях внешнего мира способствует развитию процесса различения. С увеличением словарного запаса и овладением грамматическим строем родного языка ребенок научается тонко различать близкие по своей природе и интенсивности внешние раздражители. Обострение разностной чувствительности выражается в развитии наблюдательности у ребенка, тесно связанной с развитием его речи и мышления.

В психологических опытах по изучению процесса различения перед испытуемым человеком экспериментатор ставит задачу найти разницу между раздражителями. Эта задача формулируется в словесной инструкции, которая вызывает у испытуемого установку на различение. Самый процесс различения в сознании испытуемого человека обязательно проявляется либо в устной, либо в скрытой (внутренней) речи. И в том случае, если имеются определенные показатели (сосудистые, двигательные и т. д.), испытуемый дает словесный отчет о том, как протекает процесс различения.

В физиологических опытах по изучению процесса дифференцировки раздражителей соответствующее слово не только заменяет дифференцируемый раздражитель, но и организует весь процесс дифференцировки. Влияние второй сигнальной системы особенно сказывается на развитии разностной чувствительности человека. По данным Шварц, у детей с возрастом сильно обостряется разностная чувствительность (у старших детей более тонкая, чем у младших), несмотря на менее значительные сдвиги чувствительности абсолютной. Это развитие разностной чувствительности неразрывно связано с развитием культуры речи детей в процессе их воспитания и обучения. Тем более всепроникающе влияние второй сигнальной системы и слова как ее элемента на разностную чувствительность взрослого человека, развивающуюся в процессе трудовой деятельности. Разностная чувствительность определяется величиной разностного порога.

Минимальное различие между двумя раздражителями, которое вызывает едва заметное различие ощущений, характеризует порог различения, или разностный порог. Необходимо определенное соотношение между интенсивностями двух раздражителей для того, чтобы они отразились в ощущениях в виде *различения*. Физиолог Вебер нашел, что отношение добавочного раздражителя к основному должно быть величиной *постоянной*. Так, если на руке лежит груз в 100 *г*, то для возникновения едва заметного ощущения *увеличения* веса нужно прибавить 3,3 *г*. При исходном весе груза в 200 *г* необходимо прибавить 6,6 *г* для возникновения едва заметного различия от предшествующей интенсивности. Для данного вида различения такая *постоянная прибавка* интенсивности раздражителя равна 1/30 исходного веса. В зрительных ощущениях постоянной величиной является 1/100 к исходной величине интенсивности светового раздражителя, что и составляет пороговую величину светоразличения. Для слухового различения эта постоянная пороговая величина равна 1/10 добавочного раздражителя к исходному (основному). Критическая проверка этого положения показала, что оно правильно только по отношению к раздражителям *средней величины*. При приближении к абсолютным порогам ощущений величина прибавки перестает быть величиной постоянной.

Физик и психолог Фехнер продолжил опыты Вебера и выразил результаты их в математическом виде. Считая от порога абсолютной чувствительности, Фехнер принял изменяющуюся интенсивность ощущений за сумму (или интеграл) едва заметных увеличений. Последние он рассматривал в качестве бесконечно малых величин (дифференциалов). Эти бесконечно малые величины были приняты им за единицу меры.

Сопоставляя минимальные величины разностей раздражителей с ощущениями минимальных разностей, Фехнер получил два ряда величин разностей раздражителей и различений. Отношение этих двух величин он выразил логарифмической формулой

$$E = K \log J + C,$$

где K и C составляют константы. Это положение носит название основного психофизического закона. Согласно этому положению *ощущения возрастают в арифметической прогрессии, в то время как раздражения возрастают в геометрической прогрессии.* Иначе это положение формулируется в следующем виде: *ощущение возрастает пропорционально логарифму интенсивности раздражителя.* Если, например, раздражители образуют ряд определенных величин (например, 10; 100; 1000; 10 000), то интенсивность ощущений будет пропорциональна числам 1; 2; 3; 4. Формула Фехнера оказалась имеющей лишь приблизительное значение. Исследователи приняли лишь основной смысл этой формулы, заключающийся в том, что ощущения возрастают не пропорционально возрастающей силе раздражителей, а гораздо медленнее.[12] Нашему крупному биофизику и физиологу Лазареву принадлежит установление более точных и многосторонних зависимостей между возрастанием интенсивности раздражений и ощущений.[13]

В психологии выделяют наряду с так называемой абсолютной чувствительностью другую форму чувствительности в пределах данного вида ощущений; разностную или различительную. В области зрительных ощущений имеется различительная чувствительность не только по отношению к интенсивности освещения, но и по отношению к различению цвета, величин, форм зрительно воспринимаемых предметов. В области слуховых ощущений наряду с разностной чувствительностью к изменениям силы звука (возрастанием его громкости) имеется звуковысотная различительная чувствительность (по отношению к изменениям высоты звука) различения временных интервалов между звуками и длительностью звучания отдельных звуков и т. д. Во всех случаях разностная или различительная чувствительность характеризуется величиной, обратно пропоциональной порогу различения (разностному порогу). В противовес зарубежной идеалистической

---

[12] Современную интерпретацию основного психофизического закона см.: Н. Е. Введенский. Физиология нервных центров. Полн. собр. соч., т. V, Изд. ЛГУ, 1954; Сб. «Физико-химические основы нервной деятельности». М. - Л., Биомедгиз, 1936; С. В. Кравков. Очерк общей психофизиологии органов чувств. М. — Л., Изд. АН СССР, 1946.

[13] П. П. Лазарев. Современные проблемы биофизики. М. Л., Изд. АН СССР, 1945.

психологии и физиологии органов чувств, утверждающей неизменность и наследственную обусловленность разностной чувствительности, советская психология доказала изменчивость и воспитуемость этой сложной формы чувствительности человека. В основе изменения разностной чувствительности лежит развитие временных связей, условнорефлекторного механизма ощущений. Разностная чувствительность зависит от конкретных условий жизни человека и характера его производственной деятельности.

Особо следует отметить контрастную чувствительность. Воздействие определенного раздражителя на рецептор происходит в известной среде, составляющей фон действия данного раздражителя. В силу этого действия отдельного раздражителя относительны к общему действию фона. Так, например, если мы будем исследовать действия светового раздражителя при наличии известного общего, хотя бы и слабого освещения экспериментальной звуконепроницаемой камеры, то реакция на световой раздражитель будет слабее, нежели на звуковой.

Воздействие отдельного звука на рецептор будет изменяться в зависимости от того, комбинируется ли он с другим или нет, маскируется или нет данный звук общим звуковым фоном и т. д. Ощущение цвета подвергается различным изменениям в зависимости от того, каким является находящийся в поле зрения общий фон данного воспринимаемого поля. Например, красный цвет на черном, сером, белом или цветных полях (зеленом, желтом и т. д.) будет ощущаться как красный цвет, но с различной насыщенностью и светлотой.

Противоположность данного раздражителя фоновым раздражителям носит название контраста. Особенно велико значение контраста (светлотного и цветового) в области зрительных ощущений. В явлении контраста выступает взаимодействие оптических свойств наблюдаемого предмета и всего видимого поля. Цвет и светлота фона являются воздействующими на светлоту и цвет предмета (индуцируемыми, а последние являются так называемыми индуцирующими, изменяющимися под их влиянием). В практике широко используется это явление контраста. При усилении контраста видимость предмета на фоне возрастает, при уменьшении контраста (подравнивании светлоты и цвета предмета к фону) видимость предмета снижается. Вследствие контраста увеличивается видимое различие между двумя соседними поверхностями наблюдаемого поля. Явление контраста имеет место и в области других видов ощущений. Так, например, сочетание констрастных по вкусу веществ позволяет легче распознавать примеси к пищевому веществу. После применения хинина чувствительность к сладкому возрастает и т. д.

Явление контраста в ощущениях свидетельствует о том, что ощущения отражают не только единичный предмет или явление, но и известные отношения между ними. Контрастная чувствительность неразрывно связана с разностной чувствительностью.

Современная наука доказала, что чувствительность (абсолютная и разностная) воспитуема. Посредством воспитания чувствительности преобразуется важная сторона природы человека — сенсибилизируется деятельность его анализаторов, особенно, как было показано выше, под непосредственным влиянием труда, образования систем «орган чувств — орудие» и соединения ощущения с мышлением.

ГЛАВА IV

ЗРИТЕЛЬНЫЕ ОЩУЩЕНИЯ

Свет и зрение

Как глаз, так и весь световой анализатор являются высшим приспособлением организма к солнечному свету, рассеянному от окружающих его на земле тел.

Солнце, как основной источник света на земле, определяет природу зрения. Солнечные лучи, их радиация и энергия определяют характер процессов зрения, их жизненную важность для организма. Скрытая энергия Солнца, эквивалентная массе, превращается в световую или тепловую несколькими путями (превращение массы исчезающих частиц, например протонов, в частицы или кванты света, фотоны, распад атомных ядер, синтез атомных ядер — образование ядер гелия из ядер водорода, при котором высвобождается скрытая солнечная энергия). Указывая на эти пути превращения скрытой солнечной энергии в доступную световую или тепловую энергию, Вавилов писал, что «получаемый нами на земле свет от солнца есть результат работы огромной машины, освобождающей в течение многих миллиардов лет внутри солнца атомную энергию»,[1] но «свет не бестелесный посланник солнца, а само солнце часть его, долетевшая в совершенном, в энергетическом смысле, в форме света».[2]

Биологическое значение света огромно. Благодаря свету растительные организмы разлагают углекислый газ, обеспечивая процесс дыхания, образуют хлорофилл и т. д.

Суточные колебания света и тьмы повлияли на специализацию животных организмов как дневных или ночных, в зави-

---

[1] С. И. Вавилов. Глаз и солнце. М., Изд. АН СССР, 1950, стр. 71.
[2] Там же, стр. 72.

симости от чего находится характер их зрения (дневного, т. е. цветового, или сумеречного зрения).

Но еще большее значение в эволюции высших животных сыграло не прямое приспособление к свету, а ориентация посредством света и цветоощущений в предметах окружающей среды, причем важным условием этой ориентации в среде являлась и является освещенность предметов, отражение или поглощение их поверхностью световых лучей.

В процессе эволюции мозга световые раздражители все больше приобретали значение сигналов, необходимых для организма веществ и предметов внешнего мира.

Свет не только производит физико-химические изменения в организме, но и сам становится объектом анализа или субъективного отражения в форме зрения.

Видимые лучи по частоте и длине волны занимают определенное место (область) среди всех известных явлений света (обычных электромагнитных волн, инфракрасных лучей, ультрафиолетовых лучей, икс-лучей или лучей Косьминского — Рентгена, гамма-лучей, наконец проникающих космических лучей). Общим для всех этих разнообразных световых явлений является их *электромагнитная природа.*

Видимые световые лучи находятся между границами инфракрасных лучей, с одной стороны, и ультрафиолетовых — с другой. Инфракрасные лучи идут от длины волны 0,3 *мм* до 750 *ммк*, т. е. видимой границы красного цвета. Видимая часть спектра начинается с 750—780 до 380—400 *ммк*. Действие этих лучей на сетчатку глаза порождает различные зрительные ощущения в зависимости от их длины волны и частоты колебания в секунду.

Наиболее длинными волнами (с наименьшим числом колебаний) являются волны, порождающие ощущение красного цвета, а наиболее короткими в видимом спектре (с наименьшим числом колебаний) являются волны, порождающие ощущение фиолетового цвета. Между ними располагается ряд световых волн, постепенно переходящих от длинноволновой к коротковолновой части спектра, измеряемых в миллимикронах:

780—610 *ммк*	красный	510—490 *ммк*	— зелено-голубой
610—590 „	оранжевый	490—480 „	— голубо-зеленый
590—575 „	желтый	480—470 „	— голубой
575—560 „	желто-зеленый	470—450 „	— синий
560—510 „	зеленый	450—380 „	— фиолетовый

Здесь отмечены лишь средние величины. Но установлено, что при наличии специальной упражненности глаз человека может *видеть* и ультрафиолетовые лучи с длинами волн до

300 *ммк* и инфракрасные — до 750 *мк*. Однако это видение требует большого напряжения и колеблется в больших пределах у разных индивидов.

Следует рассмотреть вопрос о том, чем вызвано подобное ограничение. Вавилов указывает на то, что если энергия солнечного света, падающая в секунду на 1 *кв. см* поверхности земной атмосферы, равна 0,033 малой калории, то на долю видимых лучей приходится около 40% этой величины. Иначе говоря, именно эта область солнечных, световых лучей является носителем очень значительной части солнечной энергии, падающей на нашу планету. Наибольшее отверстие в радужной оболочке не превышает 0,7 *кв. см*, а максимальная энергия видимого солнечного света, проникающего в глаз за секунду, не превышает 0,01 малой калории.

Если бы подобная энергия была сосредоточена в области, например, зеленого цвета с длиной волны в 556 *ммк*, то глаз получил бы зрительное впечатление, как от лампы в 200 000 *св*, поставленной на расстоянии 1 *м* от глаза. Но глазу нужно различать минимальный свет темной ночи, когда сила света не достигает и 0,000001 доли 1 *св*. «Глаз должен приспособиться к любым интенсивностям в этом огромном интервале, чтобы обслуживать живое существо на Земле».[3] В этой связи имеет большое значение выбор участка видимости. Из физики известно, что солнечный спектр для поверхности земли кончается около 290 *ммк*, более короткие волны задерживаются слоем озона в атмосфере. Особое значение имеет защитная функция глаза в отношении этих коротких ультрафиолетовых лучей. Они разрушают органические вещества и могут убивать живые организмы. Ультрафиолетовые лучи обычно не пропропускаются в сетчатку глаза, так как глаза чрезвычайно сильно их поглощают, являясь как бы предохранительным светофильтром от лучей короче 400—350 *ммк*.

Вавилов дает ответ и на другой вопрос, почему глаз перестает видеть в области инфракрасных лучей. Известно, что все нагретые тела излучают свет, а у малонагретых тел все излучение сосредоточено в инфракрасной части спектра. Максимум излучения человеческого тела (при температуре тела, в том числе и полости глаза в 37°), соответствует 9—10 *ммк*, а энергия, излучаемая с 1 *кв. см* в секунду, равна примерно 0,012 *кал*. В силу этого внутренность глаза светится инфракрасным светом, причем энергия внутреннего собственного невидимого света равна 0,2 *кал*, т. е. равносильна 5 000 000 *св*. Если бы этот невидимый внутренний свет стал видимым, то «человек видел бы только внутренность своего глаза и ничего

---

[3] С. И. Вавилов. Глаз и солнце, стр. 93.

больше, а это равносильно слепоте».[4] Между тем, глаз приспособлен к внешней энергии светового потока, освещающего окружающий мир и создающего тем самым условия для ориентации во внешнем мире. Следовательно, видимость световых лучей является результатом приспособления организма к внешнему миру, к определенным жизненно необходимым условиям внешней среды.

Зрительные ощущения отражают волновую природу света как определенного *электромагнитного излучения Солнца.*

Отражение волновой природы заключается не только в этом разложении светового потока на составляющие его длины и колебания волн, но и в причинной зависимости от волновой природы света цветочувствительных элементов сетчатки глаза (колбочек, особенно в центральной ямке сетчатки). Эта зависимость, как указывает Гуртовой,[5] обусловливает диаметр этих колбочек.

В ходе биологической эволюции световоспринимающие аппараты постепенно уменьшались в диаметре, что обеспечивало возрастание остроты зрения, а следовательно, правильного анализа световых лучей, расчленение их на составные волны.

Но свет обладает не только волновыми, но и корпускулярными свойствами, так как световой поток образуется отдельными световыми частицами, или фотонами. Воздействуя на глаз, они порождают в нем, а затем и в зрительном нерве и коре головного мозга электрические импульсы, изменяют соотношения между положительно и отрицательно заряженными элементами сетчатки.

Известно, что передача нервных импульсов из глаза в кору *прерывна,* осуществляется как бы отдельными толчками. Эта прерывность передачи возбуждения из рецептора в центр объясняется прерывным квантовым характером света, воздействующего на глаз. Вавилов экспериментально доказал, что человеческий глаз приспособлен к квантовой природе света. Это приспособление особенно проявляется при ослаблении источника света, когда за 1 *сек* в глаз будет попадать небольшое число квантов. При постепенном понижении яркости источника наступает момент, когда для глаза источник превращается из постоянного в мигающий, т. е. между отдельными вспышками света начинают наблюдаться пропуски, а свет перемежается с темнотой.

[4] Там же, стр. 108.

[5] См.: Г. К. Гуртовой. Изображение светящейся точки в области сетчатки. Сб. «Проблемы физиологической оптики», т. VIII. М., Изд. АН СССР, 1950; Его же. Сферическая аберрация и дифракция в глазе. Там же, т. IX; Его же. Реакция на цветность у цветнослепых (ахроматов). Там же, т. IX.

Можно рассчитать среднее число фотонов, излучаемых при таких условиях за одну вспышку, пользуясь визуальным методом изучения флуктуации слабых световых потоков.

Вавилов писал в связи с этим, что «глаз... действительно воочию позволяет убедиться в квантовой прерывной структуре света... отдельные кванты стали в буквальном смысле слова видимыми».[6]

Благодаря этому дробному анализу волновых и квантовых свойств света[7] зрительные ощущения являются важнейшими чувственными источниками познания не только природы света, но и предметов внешнего мира, отражающих свет, освещаемых светом.

Зрительный рецептор

Зрительным рецептором является глаз, находящийся в особом полом пространстве черепа — глазнице. В световом анализаторе человека именно зрительный анализатор производит трансформацию световой энергии в нервный процесс. Будучи

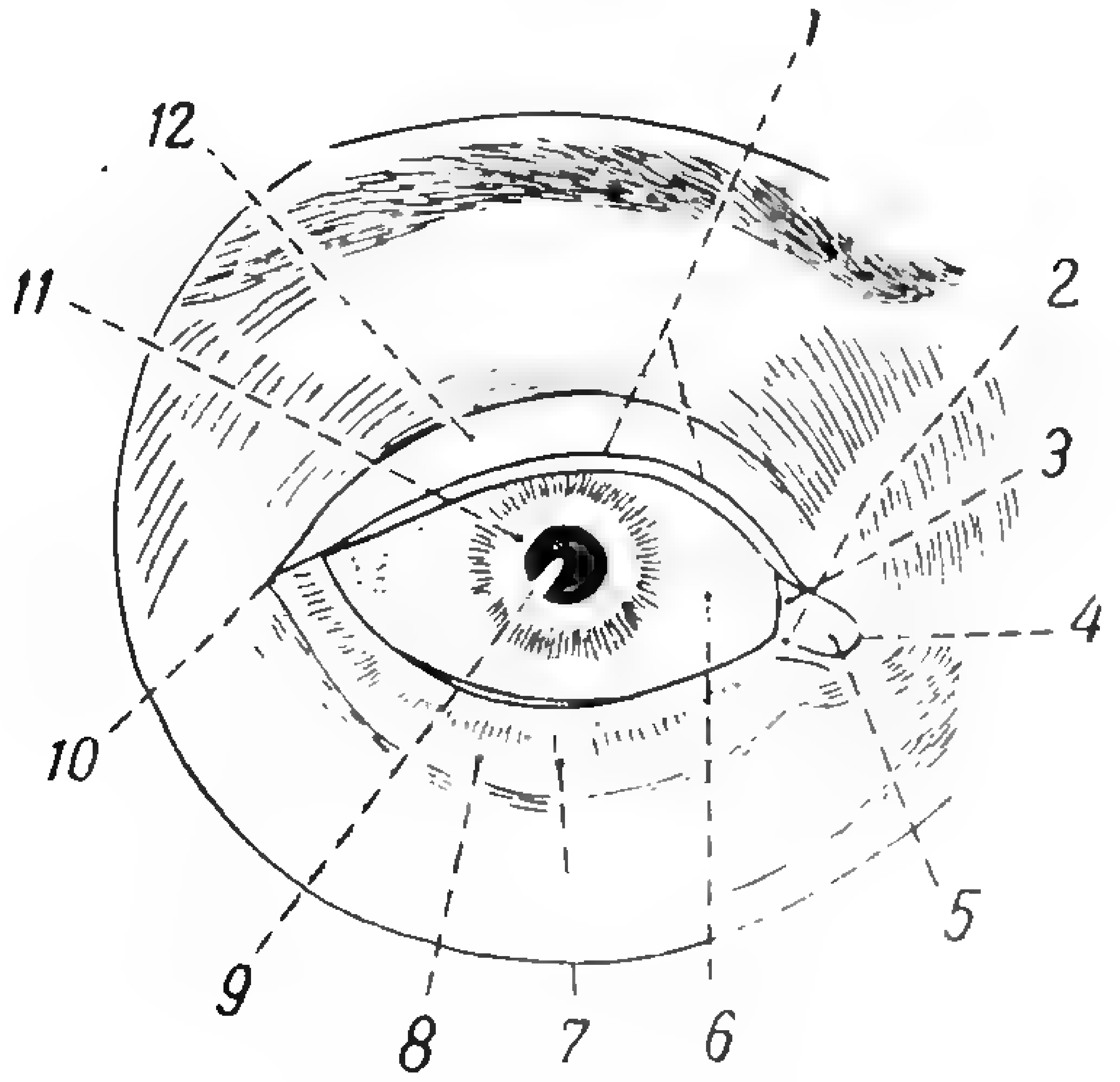

Рис. 2. Глаз.

1 и *7* — ресницы; *2* — отверстия слезных канальцев; *3* — полулунная складка; *4* — внутренний угол глаза; *5* — слезный сосочек; *6* — конъюнктива; *8* и *12* — нижнее и верхнее веки; *9* — зрачок; *10* — наружный угол глаза; *11* — радужная оболочка.

---

[6] С. И. Вавилов. Глаз и солнце, стр. 99.

[7] О единстве волновых и квантовых свойств света см.: Курс физики под ред. академика Н. Д. Папалекси, т. II. М., Гостехиздат, 1950; С. Э. Фриш и А. В. Тиморева. Курс общей физики, т. III. М., Гостехиздат, 1951.

составной частью светового анализатора, глаз сам является сложной свето- и цветочувствительной системой. Материальное взаимодействие этой системы со светом (его волновыми и квантовыми свойствами) составляет исходный момент деятельности светового анализатора.

Внешний вид человеческого глаза (см. рис. 2) свидетельствует о сочетании в нем собственно оптических свойств (поглощение и отражение света), двигательных свойств (движение век, сужение и расширение зрачка), секреторных свойств.

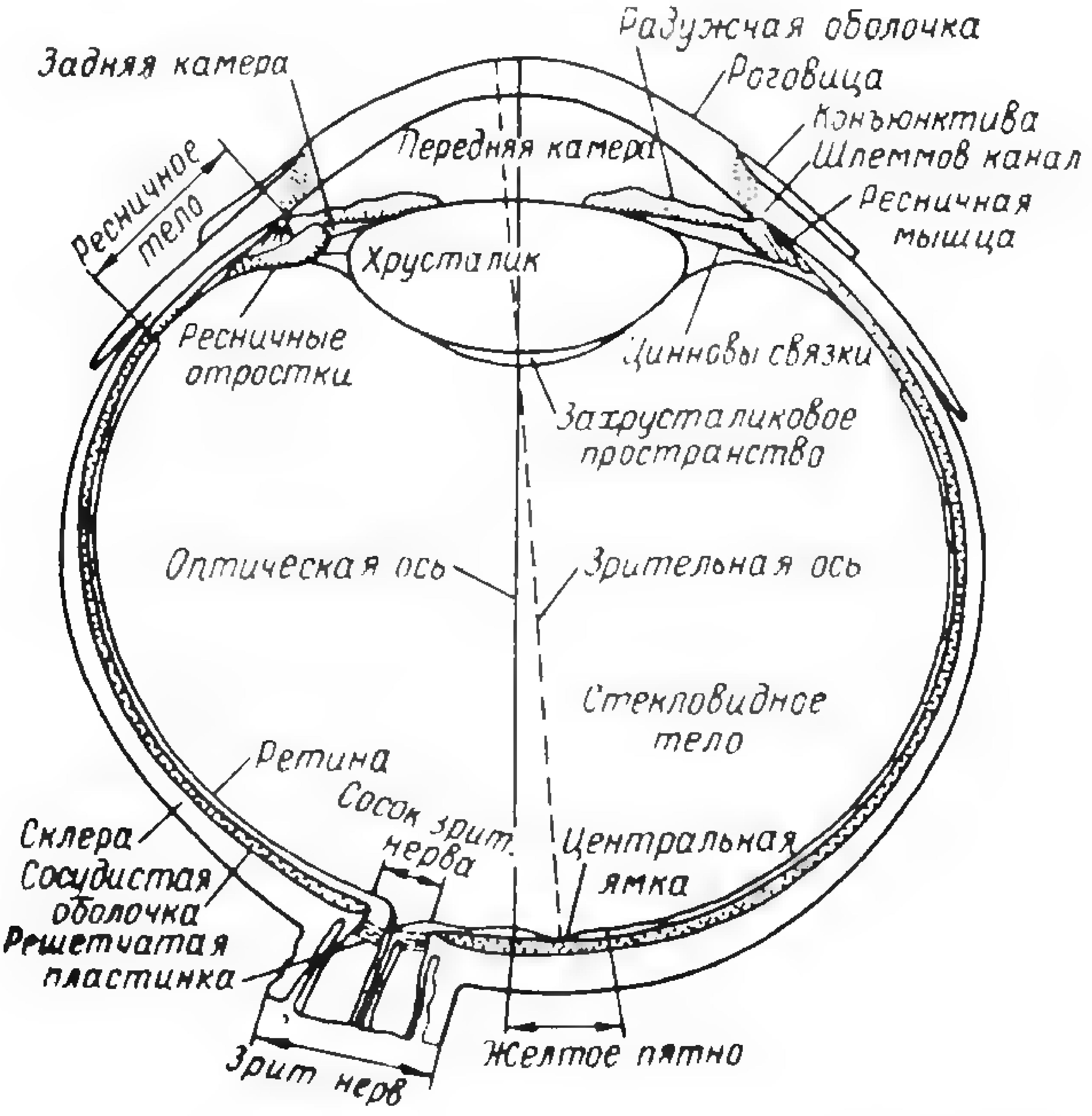

Рис. 3. Горизонтальный разрез человеческого глаза.

Горизонтальный разрез глаза (рис. 3) показывает нам строение глазного яблока как сложного оптического прибора. Наружная оболочка глазного яблока представляет собой твердую белковую оболочку, так называемую склеру. В передней части глазного яблока склера переходит в более прозрачную роговую оболочку, состоящую из особых соединительнотканных волокон и прозрачной прослойки. Под склерой находится сосудистая оболочка из сети кровеносных сосудов, питающих глаз. Передний отдел этой сети состоит из кровеносных сосудов, мышечных волокон и пигментных клеток (от количества последних зависит цвет глаз). Этот передний отдел сосудистого тракта называется радужной оболочкой.

В середине радужной оболочки имеется почти круглое отверстие зрачка, которое играет роль диафрагмы в оптическом приборе глаза. Отверстие зрачка ограничивает сечение пучка света, входящего в глаз. Эту роль зрачок выполняет благодаря рефлекторным движениям мышц радужной оболочки — зрачковому рефлексу. Одни мышцы радужной оболочки (кольцевые) суживают зрачок, другие расширяют его (радиально расположенные мышцы). Деятельность этих мышц представляет собой безусловный рефлекс на изменение количества света, падающего на глаз. Величина зрачка обратно пропорциональна силе светового раздражения. При усилении освещения зрачок суживается, при ослаблении освещения расширяется, тем самым регулируется сила светового раздражения внутренней, так называемой сетчатой оболочки глаза. Двигательный зрачковый рефлекс данного глаза реагирует и на освещение другого глаза (например, правого), что свидетельствует о связи обоих глаз уже в самой регуляции поступления количества света в зрительный рецептор.

К сосудистой оболочке глаза по всей ее внутренней стороне прилегает пигментный слой эпителиальных клеток, содержащих в себе темный пигмент, фусцин. За пигментным слоем находится самая внутренняя из оболочек глаза — сетчатая оболочка, или ретина. Но если рассматривать глазное яблоко не по его окружности, а по горизонтальной линии среза, то видно особое тело — хрусталик, представляющий собой прозрачную, слегка желтоватую двояковыпуклую упругую линзу. Хрусталик вполне подобен линзе в оптических приборах, с той разницей, что он — линза упругая и подвижная, работающая по принципу рефлекса. Если зрачок выполняет роль диафрагмы в оптическом приборе глаза, то хрусталик выполняет роль подобно объективу в фотоаппарате. Масса хрусталика состоит из особого белкового вещества — глобулина. Во внутренних слоях хрусталик тверже и сильнее преломляет свет, чем в более поверхностных слоях. Наличие такого ядра увеличивает преломляющую силу хрусталика для видимых лучей и способствует поглощению хрусталиком ультрафиолетовых лучей, вредных для сетчатой оболочки глаза. Внутриглазные мышцы регулируют выпуклость хрусталика, тем самым показатель преломления (наибольший показатель преломления света в слоях хрусталика 1,42). Изменение кривизны поверхностей хрусталика обусловливает изменение преломляющей способности хрусталика, благодаря чему глаз *приспособляется к четкому видению* предметов. Изменение выпусклости хрусталика называется аккомодацией, которая устанавливает глаз на «фокус», в силу чего на сетчатке получается отчетливое изображение.

При смотрении человека на далекий предмет кривизна хрусталика является наименьшей, а следовательно, и его преломляющая сила также является наименьшей. При приближении предмета хрусталик становится более выпуклым, что увеличивает его преломляющую силу. Это изменение обусловлено сокращением ресничной мышцы, влияющей на состояние цинновой связки. При очень сильном натяжении цинновой связки хрусталик в силу своей тяжести опускается приблизительно на 0,3 *мм*. Аккомодация представляет собой рефлекс на пространственное условие светового раздражения. По сравнению с покоем (при смотрении вдаль) радиус кривизны передней поверхности хрусталика при максимальном напряжении сокращается почти вдвое (от 10,0 до 5,3 *мм*). По мере затвердевания хрусталика с возрастом постепенно снижается возможность аккомодации.

Механизм аккомодации играет важную роль в остроте зрения и общей характеристике состояния зрительного рецептора, особенно в пространственном видении.

Продолжая рассматривать продольный разрез глазного яблока, мы увидим, что хрусталик отделен от сетчатой оболочки глаза студенистым, совершенно прозрачным телом — стекловидным телом, заключенным в прозрачную стекловидную оболочку, прилегающую к сетчатке.

Таким образом, между роговой оболочкой и сетчатой оболочкой расположен ряд сферических поверхностей, соразмерно расположенных к относительной оптической оси глаза. Они являются светопреломляющими средами по пути света от зрачка до сетчатки. Взаимодействие этих преломляющих сред имеет исключительное значение для построения изображения воздействующего на глаз освещенного предмета. Но самое изображение предмета осуществляется сетчатой оболочкой глаза.

Для изображения светящейся точки необходимо пересечение лучей, которое осуществляется в глазу этими преломляющими средами. Эти лучи попадают в систему, состоящую из задней главной плоскости, заднего фокусного расстояния и узловых точек. Как указывает Ухтомский, задняя главная плоскость лежит от вершины роговицы приблизительно на 2,12 *мм*, задний главный фокус — на 22,83 *мм*, передняя узловая точка — на 6,96 *мм* и задняя узловая точка — на 7,33 *мм*.

Сочетание этих моментов определяет возможность построения изображения в глазу как оптическом приборе.

Но лишь от деятельности самого глаза зависит превращение этой возможности в действительность. Свет должен не только пройти через светопреломляющие среды глаза, но и возбудить деятельность чувствительных клеток глаза. Для

возникновения нервного процесса в результате светового раздражения необходимо химическое изменение определенных веществ в глазу, т. е. фотохимические процессы в глазу.

Ухтомский подчеркивает, что «*свет производит свое фотохимическое действие только там, где поглощается, т. е. где лучи соответствующей длины волны и частоты колебаний вносят в субстрат свою энергию.* Лучи спектра физиологически действуют настолько, насколько поглощаются окрашенные веществами организма».[8]

Фотохимические процессы происходят в сетчатой оболочке глаза, наиболее внутренней из всех оболочек глаза.

В отличие от наружной оболочки глаза, возникшей из эпителиальных клеток, сетчатка возникла непосредственно из клеток головного мозга. Изучение зародышевого развития высших позвоночных показывает, что сетчатка является участком головного мозга, выпятившимся вперед. Из наружной стенки этого участка развился слой пигментных клеток, из внутренней — свето- и цветочувствительный слой.

Пигментные клетки проникают в протоплазматические отростки между клетками сетчатой оболочки (палочками и колбочками), как показано на рис. 4.

Во время усиленной работы сетчатки имеет место надвигание пигментного эпителия на палочки и колбочки. В пигментном слое происходят фотохимические реакции поглощения света и электрические явления (изменение сопротивления, деформация электронных оболочек колебаниями атомных ядер в молекулах и пр.). Эти явления происходят с большой интенсивностью потому, что именно наружный слой сетчатки первым принимает на себя воздействие фотонов (квантов света).

Количество энергии, которое успевает принять сетчатка под действием света в микроинтервалах времени, зависит от длины волны соответствующих световых лучей, следовательно, от того, с какими скоростями протекают электронные реакции в веществе светочувствительного пигмента.[9] Так накапливается необходимая энергия светочувствительной реакции, возникающая в палочковых и колбочковых клетках сетчатой оболочки глаза.

Строение сетчатой оболочки (рис. 4) обнаруживает значительное сходство с клеточным строением больших полушарий. Сетчатая оболочка состоит из 10 слоев (начиная с пигментного слоя). Наиболее важное значение имеет слой палочек и колбочек.

Именно палочки и колбочки являются множественными ре-

---

[8] А. А. Ухтомский. Собр. соч., т. IV, стр. 152.
[9] Там же, стр. 156.

цепторами, насчитывающимися у человека миллионами (около 130 млн, из них 123 млн. палочек и 7 млн. колбочек). Палочки и колбочки отличаются друг от друга по своему строению (см. рис. 5).

В наружных члениках палочек имеется особое вещество пурпурного цвета, так называемый зрительный пурпур, или

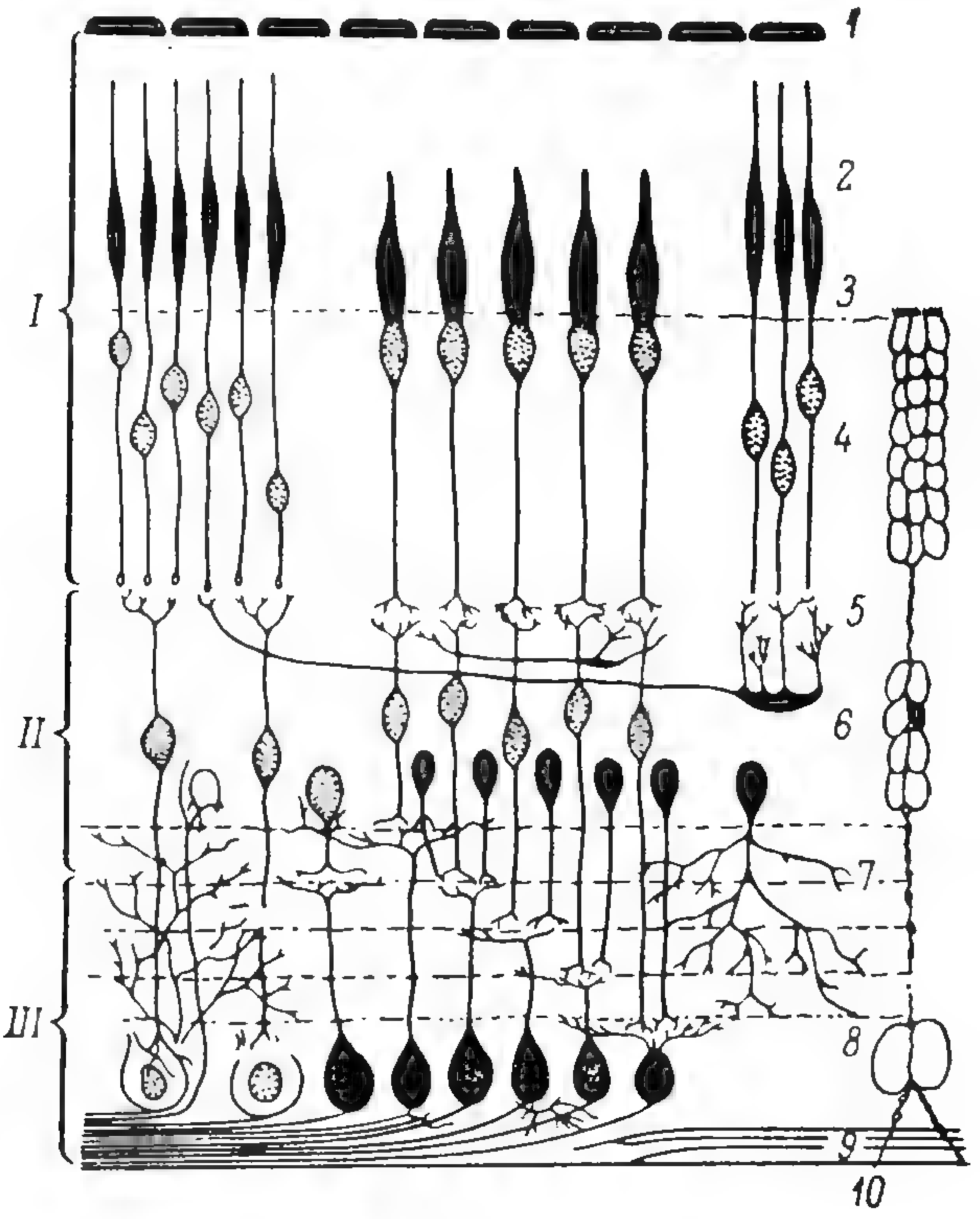

Рис. 4. Строение сетчатки.

I, *II* и *III* — первый, второй и третий нейроны; *1* — пигментный слой, прилегающий к сетчатке; *2* — слой палочек и колбочек; *3* — наружная пограничная перепонка; *4* — внешний зернистый слой; *5* — внешний межзернистый слой; *6* — внутренний зернистый слой; *7* — внутренний межзернистый слой; *8* — ганглиозные клетки зрительного нерва; *9* — волокна зрительного нерва; *10* — внутренняя пограничная перепонка; справа изображено опорное волокно Мюллера.

родопсин. Особое светочувствительное вещество найдено и в колбочках сетчатки. Вещество это выцветает при освещении красным светом (который разлагает зрительный пурпур). Это вещество обнаруживает максимум поглощения — около 575—580 *ммк* и само окрашено в фиолетовый цвет (отсюда название — иодопсин).

Наиболее хорошо изучено изменение зрительного пурпура под влиянием действия света. На свету зрительный пурпур как бы выцветает, обесцвечивается, происходит разложение этого вещества. В темноте происходит восстановление зрительного пурпура, что является одним из важнейших условий обострения чувствительности к свету в результате приспособления к темноте (темновой адаптации).

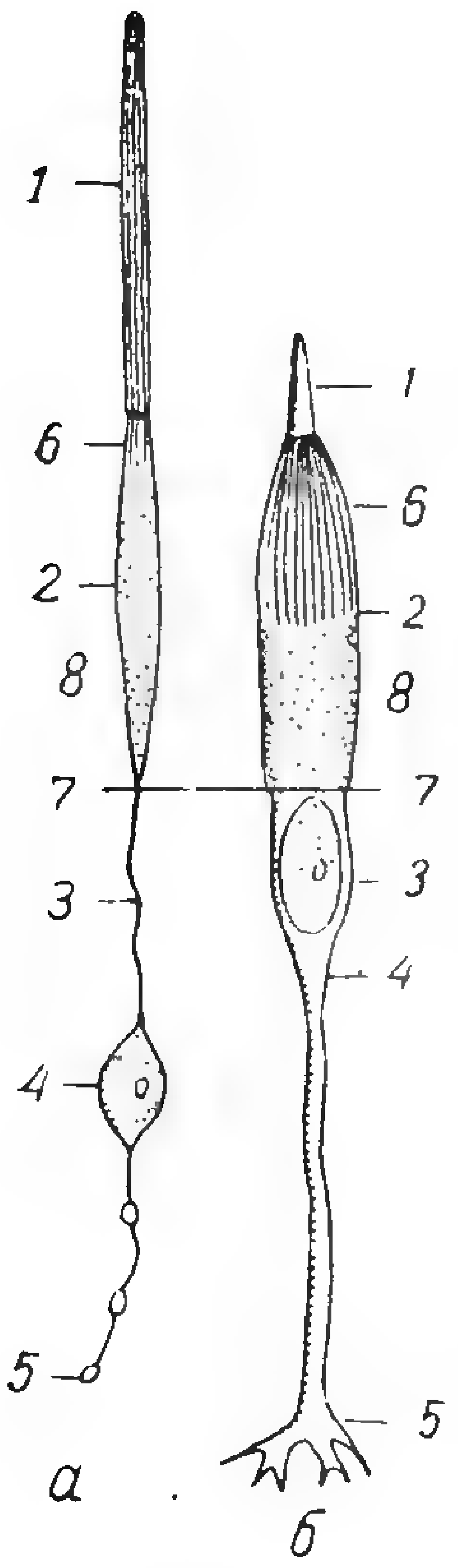

Рис. 5. Палочка и колбочка сетчатки.

а — палочка: 1 — наружный членик; 2 — внутренний членик; 3 — палочковое волокно; 4 — ядро; 5 — конечная пуговка; 6 — эллипсоид; 7 — наружная пограничная перепонка; 8 — миоид; б — колбочка: 1 — наружный членик; 2 — внутренний членик; 3 — ядро; 4 — колбочковое волокно; 5 — колбочковая ножка; 6 — эллипсоид; 7 — наружная пограничная перепонка; 8 — миоид.

Зрительный пурпур пропускает без поглощения красные и фиолетовые лучи, но поглощает промежуточные (особенно зеленые и голубые). Поглощая эти лучи, зрительный пурпур претерпевает химические изменения, в том числе и кислотную реакцию (освобождение фосфорной кислоты), увеличивающую проницаемость пограничных слоев зрительного эпителия.

За фотохимическими изменениями в веществах, содержащихся в пигментном слое, в палочках (родопсин) и колбочках (иодопсин) следует первичная физиологическая реакция. Эта первичная физиологическая реакция палочек и колбочек носит название ретиномоторной реакции (т. е. движение элементов сетчатки в ответ на световое раздражение).

Фотохимические процессы в палочках вызывают их физиологическую реакцию в виде удлинения палочек, а в колбочках — в виде сокращения колбочек. Эти физиологические реакции палочек и колбочек являются вместе с тем нервными сигналами для деятельности головного мозга.

Палочки и колбочки, различные по своему строению и количеству, выполняют разную роль в зрительном рецепторе.

Ночной или дневной образ жизни вырабатывает различный тип строения и функций сетчатой оболочки. У человека сетчатая оболочка соединяет оба вида фоторецепторов. Но расположение их в сетчатке у человека различно. Хотя палочки и колбочки в сетчатке у человека как бы перемежаются, тем не менее группируются они неравномерно: в средней части

сетчатки преобладают колбочки, по боковым частям сетчатки — палочки. В месте вхождения зрительного нерва в глазное яблоко (соске зрительного нерва) отсутствуют и колбочки и палочки. Это место называется слепым пятном, так как его раздражение светом не вызывает никаких зрительных ощущений. Полную противоположность слепому пятну составляет желтое пятно, лежащее несколько к виску и находящееся над местом вхождения зрительного нерва. Это место является местом наиболее ясного видения. Желтое пятно у человека состоит преимущественно из колбочек. В центральной ямке желтого пятна образуется угол (угол α) пересечения между оптической осью и линией фиксации рассматриваемого предмета (зрительной осью), что обеспечивает максимальную четкость изображения предмета на сетчатой оболочке.

Есть основания полагать, что палочковые фоторецепторы являются аппаратами сумеречного или ночного зрения (ощущения светлоты, яркости, различных переходов от света к темноте и наоборот), т. е. обеспечивают общую светочувствительность, представляя собой сложное приспособление преимущественно к интенсивности освещения.

Вместе с изменением интенсивности освещения изменяется соотношение между отражением и поглощением световых лучей предметами окружающей организм среды. При этом имеет место преломление и разложение светового потока на волны различной длины и частоты колебаний. Поэтому и животные с ночным зрением дают некоторые физиологические реакции на синие и зеленые лучи. Установлено, что в сетчатках глаз с ночным зрением наиболее значительные электрические колебания отмечаются при действии на глаз синих и зеленых лучей. В сетчатках птиц с дневным зрением наибольшие электрические колебания вызывает воздействие длинноволновых лучей (красных, оранжевых, желтых), а наименьшие — коротковолновых лучей. При этом нужно иметь в виду, что у ночных птиц сетчатка состоит из палочковых приборов. Следовательно, отражение интенсивности освещения в палочковых приборах невозможно без отражения хотя бы некоторой части спектра, т. е. световых лучей определенной длины волны (в данном случае — коротких световых волн).

Однако палочковые приборы не обеспечивают того тончайшего дробления светового потока на составляющие его волны различной длины, которое осуществляется колбочковыми приборами. Благодаря этим аппаратам мы различаем основные цвета, их переходы и сочетания. Колбочковые приборы у человека обеспечивают и наибольшую остроту зрения в том случае, если изображение предмета падает на центральную ямку, заполненную колбочками.

Для нормального человеческого зрения необходима совместная деятельность колбочковых и палочковых аппаратов. В случае недоразвития или поражения палочковых или колбочковых аппаратов возникают дефекты зрения. Так, недостаточность или отсутствие палочковых аппаратов порождает недостаток зрения (так называемую куриную слепоту), при котором человек плохо видит в сумерках или при слабом освещении. Недостаточность или отсутствие колбочковых аппаратов порождает другой недостаток — полную цветослепоту, т. е. неразличение цветов, видение днем всех предметов серыми и слабое видение предмета при ярком освещении.

Нельзя, однако, было бы думать, что эти недостатки всегда являются врожденными недостатками самой сетчатой оболочки. Подобные недостатки зрения обнаруживаются и при наличии необходимого состава самой сетчатой оболочки. Так, при некоторых отеках, сотрясениях и ушибах головного мозга, а также общем крайнем истощении организма отмечается явление куриной слепоты, полная цветовая слепота может быть временным явлением в остром состоянии сотрясения или ушибов головного мозга. Следовательно, подобные недостатки зрения не могут быть полностью объяснены лишь дефектами строения сетчатки без учета решающей роли головного мозга.

Нервно-физиологический характер деятельности сетчатой оболочки ясно выступает в характере взаимодействия палочковых и колбочковых приборов. Деятельность одних приборов (например, колбочковых) тормозит деятельность других (например, палочковых). При возбуждении центральной части сетчатки понижается чувствительность боковых частей сетчатки (по своему составу преимущественно палочковых), а возбуждение боковых частей сетчатки понижает возбудимость центральной части сетчатки, по своему составу преимущественно колбочковую.

В этом сопряженном характере возбуждения и торможения (взаимной индукции) дневного и сумеречного зрения ясно проявляется регулирующая деятельность коры больших полушарий головного мозга. По Ухтомскому, в этом факте проявляется координирующее влияние общего нервного пути, *установка мозговых центров* то на различение *света и теней* (светоразличение или сумеречное зрение), то на различение *цветов* (цветоразличение или дневное зрение). Эти установки весьма подвижны и сменяются нередко с большой скоростью. Поэтому в зрении человека мы имеем постоянное динамическое взаимодействие между свето- и цветоразличением. Они не только тормозят, но и возбуждают друг друга в определенных случаях. Так, если рассматривать в темноте освещенную точку на большом расстоянии, то она будет нами восприни-

маться мерцающей, причем это мерцание может быть полихроматическим (многоцветным), несмотря на то, что мы смотрим на белый кружок, находящийся на черном фоне, или черный кружок на белом фоне. Многоцветное мерцание нецветных объектов свидетельствует о том, что возбуждение палочек распространяется и на колбочковые приборы. Напротив, при рассматривании синего или голубо-зеленого объекта на далеком расстоянии мы будем видеть эти цвета, но с большой примесью серого. В этом случае нередко также имеет место мерцание, но уже не хроматическое (цветное), а ахроматическое (колебание от белого к серому и черному и наоборот).

Следовательно, зрительный рецептор работает как единое целое в силу общей нервной регуляции работы глаза. Дневное или цветное зрение носит название хроматического, сумеречное или ночное зрение — название ахроматического зрения.

В силу взаимодействия обеих форм зрения ахроматическое зрение у человека развивается под влиянием хроматического зрения, особенно различения синих и фиолетовых цветов, а хроматическое зрение совершенствуется при помощи ахроматического зрения в отношении различения светлот цветных поверхностей воспринимаемых предметов.

Для общей характеристики глаза важно определить глазную ось, или анатомическую соразмерность глаза. Нормальный глаз является анатомически соразмерным, при котором точка наиболее дальнего видения отнесена в бесконечность. Если глаз устроен так, что падающие на него параллельным пучком лучи без какого бы то ни было усилия аккомодации собираются в фокус как раз на сетчатке, то это будет глаз анатомически соразмерный, нормальный. Отклонениями от анатомически соразмерного глаза являются несоразмерные глаза с близорукостью или, напротив, дальнозоркостью.

Близорукость имеет место в случаях, когда длина оси глаза превышает нормальную или когда чрезмерно велика сила преломляющих сред глаза (кривизна хрусталика больше). Параллельный пучок лучей, падая на глаз, собирается в фокус впереди центральной ямки сетчатки, куда и падает пучок *расходящихся* лучей, отчего построение изображения будет расплывчатым. Дальнозоркость имеет место при малой длине оси глаза или слабой силе его преломляющих сред), в силу чего пучок параллельных лучей собирается в фокус за центральной ямкой сетчатки. При этом на сетчатку упадут сходящиеся лучи, а построение изображения также будет расплывчатым. Ближайшая точка ясного зрения у такого глаза дальше, чем у нормального.

Дальнозоркость и близорукость вполне компенсируются

оптическими приспособлениями (очками). Эти недостатки несоразмерности глаз ослабляются также специальными упражнениями глаз, особенно аккомодационного механизма.

Зрительные нервы

Передача возникающего в сетчатой оболочке возбуждения в головной мозг осуществляется зрительным нервом. Он состоит из огромной массы нервных волокон, идущих от сетчатки в мозг. Этих волокон зрительного нерва насчитывают до 800 000—1 700 000.

В среднем нервное волокно связано с большой группой палочек и колбочек (около 200 этих чувствительных клеток сетчатки). Но в действительности соотношение между числом чувствительных клеток, приходящихся на одно волокно, различно в разных местах сетчатки. Число этих клеток, приходящихся на одно волокно, возрастает от центральной части сетчатки к боковым ее частям. Наибольшее число клеток на одно волокно приходится в боковых частях сетчатки, а наименьшее — в центральной ямке желтого пятна. Из этого можно заключить, что связь колбочковых аппаратов с волокном является более расчлененной, нежели связь палочек с нервным волокном (более групповая и нерасчлененная). Нервные волокна образуют в зрительном нерве три главных пучка, идущих от различных областей сетчатки: а) от внешней половины, которой считается височная половина сетчатки; б) от внутренней половины, которой считается носовая половина сетчатки, и в) центральной (макулярной) области сетчатки. По ходу зрительного нерва от обоих глаз волокна частично перекрещиваются в так называемом хиазме (место перекреста зрительных нервов). Волокна, идущие от внутренней (носовой) части сетчатки, направляются к полушарию головного мозга *противоположной стороны,* например от внутренней (носовой) части правого глаза волокна идут в левое полушарие и наоборот. Волокна же внешней (височной) половины сетчатки идут в полушарие одноименной стороны (например, от левого глаза в левое же полушарие).

Предполагается, что волокна от центральной области сетчатки идут в оба полушария, раздваиваясь на две части — перекрещивающиеся и неперекрещивающиеся.

Световые раздражения от одного и того же предмета возбуждают сетчатые оболочки обоих глаз, это возбуждение распространяется по зрительным нервам в оба полушария. В результате этой совместной работы обоих полушарий человек видит не два раздельных, а одно целостное изображение одного предмета, воспринимавшегося двумя глазами. Это един-

ство зрительного образа имеет исключительное значение для пространственного видения, и оно обусловлено деятельностью мозговых концов светового анализатора.

Надо отметить, что для возбуждения воспринимающих клеток коры имеет большое значение число одновременно возбужденных нервных волокон, а также частота импульсов, посылаемых волокнам в зрительные воспринимающие центры коры головного мозга. С этим связана площадь возбуждаемой коры и интенсивность возбуждения соответствующих элементов мозгового конца светового анализатора.

Ядро и рассеянные элементы светового анализатора

Зрительные нервы огибают ножки большого мозга и входят в подкорковые зрительные центры, лежащие у основания больших полушарий. Среди подкорковых зрительных центров наибольшее значение имеет наружное коленчатое тело, где оканчиваются почти все волокна зрительного нерва. Передача возбуждения в корковый центр происходит уже непосредственно из подкорковых зрительных центров, особенно наружного коленчатого тела. Зрительный бугор и четверохолмие выполняют функции передачи раздражений в глазодвигательный центр, лежащий в основании вещества мозга.

В наружном коленчатом теле имеется шесть слоев серого вещества. В одних слоях оканчиваются перекрещивающиеся волокна от сетчатки противоположного глаза, в других — неперекрещивающиеся волокна от сетчатки глаза той же стороны.

Из подкорковых центров в корковый зрительный центр идут особые нервные волокна, так называемые волокна Грациоле, некоторая часть которых направляется в височную область коры больших полушарий, а основная часть этих волокон направляется в *затылочные доли коры больших полушарий головного мозга.* Корковый зрительный центр расположен именно в затылочных зонах коры, причем ядро светового анализатора преимущественно связано с областью ареа стриата. В этой области внутренний клеточный зернистый слой расщепляется на два слоя мощным пластом миелиновых волокон. Подобное расщепление имеется в мозгу лишь тех животных, которые обладают парными глазами. Полагают, что в этих двух слоях отражаются изображения с сетчаток обоих глаз.

В слое больших звездчатых клеток в этой области происходит слияние возбуждений, поступающих от односторонних половин сетчаток обоих глаз. Раздражение зрительной области коры вызывает светоощущения и движение глазных яблок.

Корковый зрительный центр так внутренне связан с сетчатками глаз, что каждому пункту зрительной области коры соответствует определенный пункт сетчатки. Зрительная область коры является как бы проекцией изображений, которые первично строятся всей оптической системой глаза на сетчатой оболочке.

При поражении области ареа стриата у человека наступает своеобразная слепота, которую больные не всегда осознают, так как продолжают ощущать свет и известным образом ориентироваться в пространстве. Но при сохранении светоощущения и ориентации в направлениях световых лучей больные теряют способность воспринимать формы и пространственные признаки и отношения предметов, а также не узнают или плохо узнают ранее виденные ими предметы окружающей среды.

Этот факт неполной потери зрения при тяжелом поражении (ранении, контузии, сосудистом заболевании мозга) было невозможно объяснить в свете традиционных представлений о локализации зрительных функций.

Методом условных рефлексов Павловым было точно установлено, что временные связи на световые раздражения не могут возникать в подкорковых зрительных центрах, через которые *лишь проводится* возбуждение от сетчаток глаза. Условные рефлексы на световые раздражители замыкаются лишь в коре головного мозга.

Павлов установил, что в затылочных долях имеется ядро зрительного анализатора, делающее возможным самые сложные комплексные зрительные раздражения.

После удаления затылочных долей у собак полностью разрушалось *предметное зрение*. Ни люди, ни другие животные, ни пища не различались такими собаками. Собака без затылочных долей находила пищу лишь по запаху или ориентировалась по привычным звукам, сопровождающим подачу пищи. При этом у такой собаки в нормальном состоянии оставались оптический и мышечный аппараты глаз и зрительные нервы.

Павлов установил, что потеря предметного зрения в этих случаях означает утрату высшего синтеза и анализа световых раздражений, которые осуществляются ядром зрительного анализатора. Эти опыты объективно установили существование *ядра зрительного анализатора в затылочных долях коры больших полушарий*. Но зрительный анализатор распространен гораздо шире, «может быть по всей массе больших полушарий» (Павлов). У собак без затылочных долей легко образовывались условные рефлексы на общее освещение комнаты, где проводились опыты, причем собаки различали довольно прочно изменения интенсивности этого освещения. В осве-

щенном пространстве собака обходила затененные предметы и уходила в открытую дверь, как в светлое место. Оказалось, далее, что такие собаки не только дифференцировали степени освещенности (свет и тени), но и некоторые простые формы затемненных и освещенных предметов (например, отличали форму креста как условный сигнал пищевого подкорма от формы круга, не подкреплявшегося затем пищей). Но у этих же собак не могли быть выработаны условные рефлексы на отдельные предметы, являющиеся сложными комплексными раздражителями, для восприятия которых необходим высший синтез и анализ. В нормальном поведении животное имеет дело с движущимися предметами на разных расстояниях и при различных условиях освещения, причем большое значение имеет различение объемности предметов, которая в опытах заменялась плоскостными двухмерными формами.

Но самая возможность различения форм при поражении ядра зрительного анализатора свидетельствует о важной роли рассеянных элементов зрительного анализатора. Эти элементы осуществляют как анализ изменения интенсивности света, так и элементарный анализ форм внешних предметов.

Корковое нарушение зрительных функций зависит от тяжести поражения коры больших полушарий головного мозга.

Самое минимальное нарушение мозгового конца зрительного анализатора вызывает ограничение поля зрения. Значительно более тяжелое нарушение выражается в неразличении предметов (отсутствие предметного зрения). Максимальное нарушение работы зрительного анализатора выражается в полной потере различения интенсивностей освещения, т. е. потере светоощущений. Последнее, наиболее тяжелая форма нарушений, имеет место при поражении рассеянных элементов анализатора по всей коре головного мозга.

Открытие Павловым различия функций ядра и рассеянных элементов зрительного анализатора имеет особое значение для понимания механизмов зрения человека. У собак отсутствует или слабо развито цветовое зрение, составляющее у человека функцию ядра зрительного анализатора. Возможно, что некоторые функции цветного зрения связаны как с ядром, так и с рассеянными элементами анализатора. Преимущественный распад способности различать зеленый, голубой, синий и фиолетовый цвета у больных с нарушением затылочных долей дает основание думать, что коротковолновые цвета требуют большей работы высшего синтеза и анализа, нежели длинноволновые. На это указывает и факт более раннего образования реакции ребенка на красный, оранжевый, желтый цвета сравнительно с голубым, синим и фиолетовым.

Особенное значение для человека имеет пространственное

видение, наиболее тесно связанное (как и предметное зрение) с ядром зрительного анализатора. Но отдельные элементы пространственного видения (например, различных светотеней ближних и дальних предметов) осуществляются работой рассеянных элементов зрительного анализатора и т. д.

Мозговой конец анализатора не только соединяет в одно целое (синтезирует) многие тысячи отдельных возбуждений, идущих в мозг от отдельных точек сетчатки и из отдельных волокон зрительного нерва; поступающие световые раздражения вновь анализируются, расчленяются, соотносятся с накопленным индивидуальным опытом организма. Кора головного мозга вносит существенные поправки в показания глаза, исправляет их в соответствии с действительностью. Так, на сетчатке глаза изображение предметов дано в перевернутом виде, в обратном положении. Взаимодействие зрительного анализатора с мышечно-суставным и кожным анализаторами вырабатывает установку на правильное изображение, т. е. перевертывает оптическое изображение в глазу на действительное положение предмета.

При построении оптического изображения в глазу ближе лежащие передние части предмета воспроизводятся бо́льшими, нежели его более отдаленные, позади лежащие части. В этом отношении аппарат глаза производит точное оптическое изображение соотношения передней и задней частей предмета, но эта оптическая правильность еще не является действительно правильной.

На основе образования и закрепления условных рефлексов кора головного мозга исправляет несоответствие между оптическим изображением в глазу и действительным соотношением частей предмета.

Посредством временных связей анализатор развивается и совершенствуется. Благодаря временным связям (накапливаемому индивидуальному опыту) мозговой конец зрительного анализатора регулирует работу глаз и состояния зрительных проводников, настраивает их на более высокий и совершенный уровень отражения природы света и цвета, всех предметов внешнего мира, воспринимаемых в определенных условиях освещения.

Поле зрения

Важным условием нормального зрения является *нормальное поле зрения,* позволяющее *обозревать освещенное пространство, в котором находятся те или иные предметы внешнего мира.*

В психологии, физиологии и врачебной практике полем

зрения называется пространство, которое может видеть неподвижный глаз, т. е. фиксирующий в данный момент какой-либо предмет или точку. Легко заметить, что при сосредоточении взора на каком-либо предмете мы видим не только этот предмет, но и окружающее его пространство сверху, снизу, с боков. Но это пространство поля зрения в данный момент бесконечно мало по сравнению с обозреваемым нами пространством при перемещении взора, т. е. при движении глазных яблок.

Однако и при перемещении взора мы имеем сочетание или суммацию ряда одновременно действующих полей зрения. Можно даже сказать, что *отдельное расчлененное и устойчивое поле зрения развивается из постоянной смены полей зрения*, т. е. из суммации многих полей зрения. В первые месяцы жизни ребенок не способен фиксировать взор, у него еще нет и содружественных движений глаз. «Обозрение» пространства ребенком происходит по типу безусловного ориентировочного рефлекса путем поворота головы на любое сильное внешнее раздражение. Вместе с развитием высшей нервной деятельности образуется способность фиксации взора и анализа раздражителей, находящихся в поле зрения в данный момент. Устойчивость взора является условием образования расчлененного и устойчивого поля зрения, а вместе с тем условием внимания или установки на предмет, действующий в данный момент на органы чувств.

В поле зрения даны и определенные условия для светлотного и цветового контраста, для сравнения формы и величины предметов и т. д. Поле зрения человека складывается из раздельных полей зрения каждого из глаз. Бинокулярное поле зрения (обоих глаз) совершеннее монокулярного (одного глаза), поскольку каждое из полей зрения отдельного глаза ограничено участком, прилегающим к соответствующей половине носа. В последнем легко убедиться, закрыв один глаз и устремив взор другого глаза вперед. Носовая перегородка будет как бы обрезать соответствующую часть поля зрения (для левого глаза — правую часть, для правого — левую часть). Бинокулярное поле зрения ослабляет ограничивающее действие этой помехи.

Путем сравнительного исследования изменений поля зрения одного и того же глаза в разных положениях (движение его кнаружи, т. е. в правую сторону для правого глаза, кнутри, т. е. в противоположную для глаза сторону, кверху и книзу) можно установить основные изменения поля зрения. В норме для объектов белого цвета границы поля зрения характеризуются следующими величинами: кнутри — 60°, кнаружи — 90°, книзу — 70°, кверху — 60°. Таким образом, границы поля

зрения неравномерны даже в отношении движения самого простого объекта. Наибольшая величина характеризует направление кнаружи, затем книзу, а направление кверху и кнутри характеризуется наименьшей для этих условий величиной (разница — 30°). Поле зрения для цветных объектов сужается сравнительно с условиями восприятия белого цвета. Оно меньше для синего цвета, еще меньше для красного цвета и наименьшее для зеленого цвета (см. рис. 6).

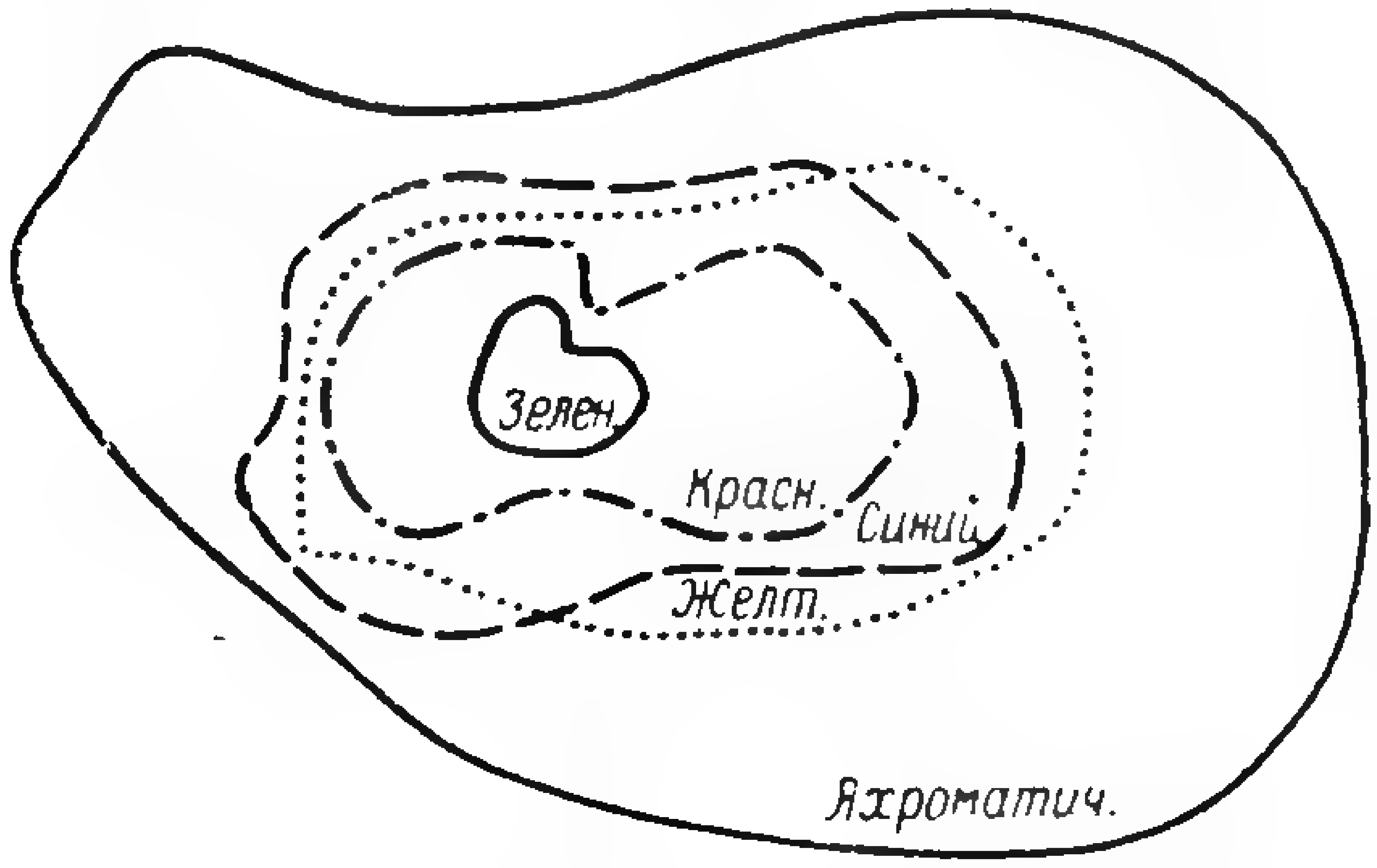

Рис. 6. Поле зрения для цветных и ахроматических объектов (правый глаз).

Еще более сужается поле зрения для *предметного зрения*, т. е. момента появления в боковых частях поля зрения какого-либо уменьшенного изображения предмета. Опыты с периметром подтверждают бо́льшую чувствительность боковых частей сетчатки к светотеням и меньшую их чувствительность к цветам.

В своей основе поле зрения зависит от состояния коры головного мозга, особенно мозгового конца зрительного анализатора. При органических заболеваниях больших полушарий головного мозга происходит то или иное нарушение поля зрения. К этим центральным, мозговым, нарушениям поля зрения относится *концентрическое сужение* поля зрения (по всем направлениям), *центральные скотомы* (выпадение отдельных участков внутри поля зрения), *гемианопсии* (выпадение половины поля зрения) и т. д.

Так, например, при поражении левого зрительного тракта имеет место гемианопсия резко обрезанного типа (рис. 7).

Исследование поля зрения поэтому составляет необходимый прием диагностики ряда мозговых заболеваний.

Мозговая обусловленность поля зрения ясно сказывается при сравнении детей нормальных и умственно недостаточных, у которых наблюдается концентрическое сужение поля зрения.

Развитие полей зрения у взрослого человека связано с характером его деятельности. Постоянная работа по наблюдению способствует расширению полей зрения.

Поле зрения является общим условием протекания зрительного ощущения и восприятия. Другим общим условием этих ощущений и восприятий является угол зрения.

Каждая отдельная точка освещенного предмета, воздействующего на глаз, при определенных условиях возбудимости и адаптации порождает ощущения. Но поверхность предмета

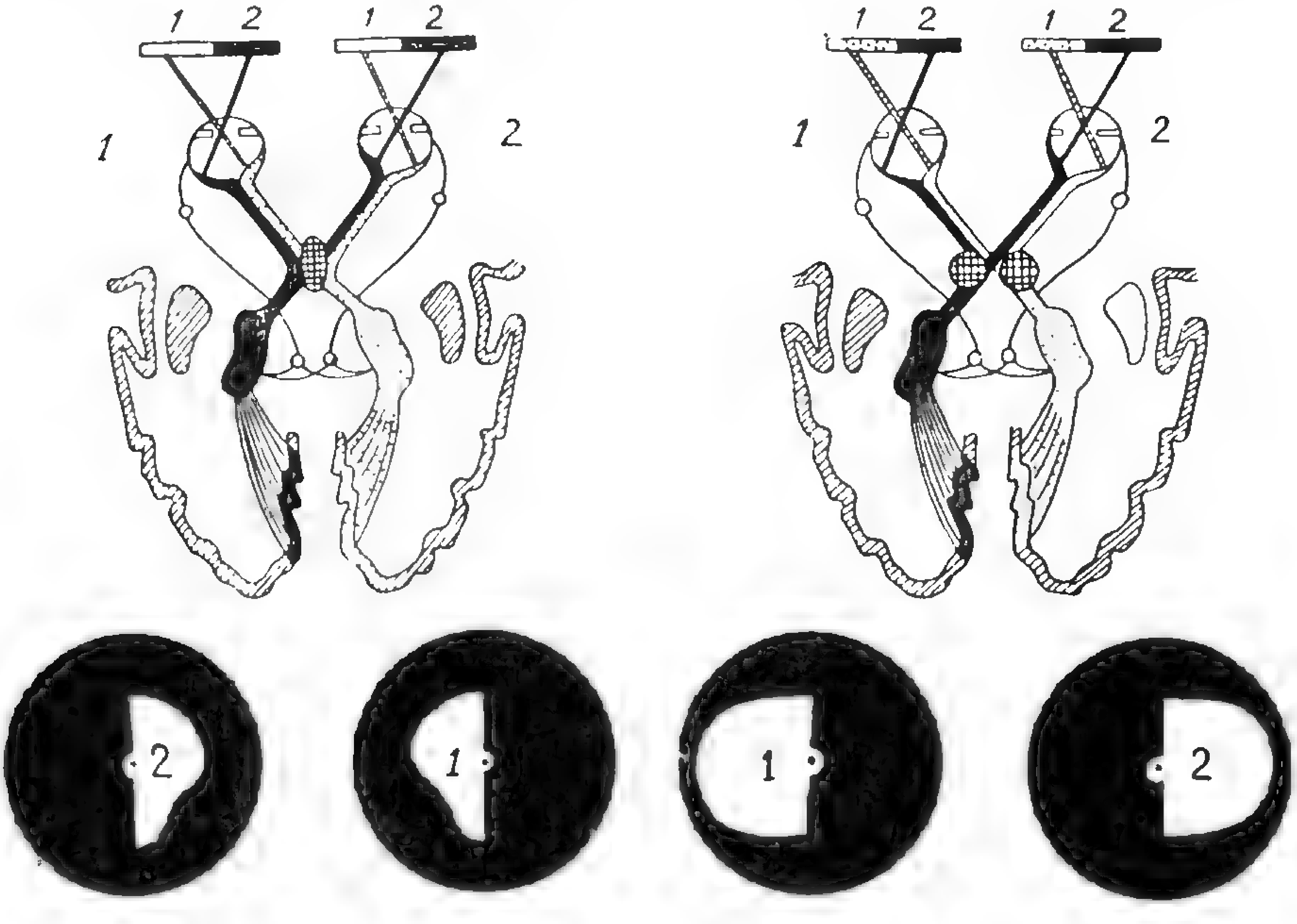

Рис. 7 (а,б). Гемианопсия при поражении левого зрительного тракта.
1 — левый; 2 — правый.

состоит из множества точек, которым соответствует и множество зрительных ощущений от одного и того же предмета.

Количество одновременно возникающих ощущений определяется общей площадью раздражений сетчатки глаз. На эту зависимость числа одновременно возникающих зрительных ощущений от площади раздражения сетчатки указал Сеченов. Им было подчеркнуто, что площадь раздражения глаза зависит в свою очередь от физических условий наблюдения. Этими условиями являются: а) расстояние от наблюдателя до наблюдаемого объекта и б) величина объекта при данной дистанции наблюдения.

Человек видит одни и те же предметы на разных расстояниях, следовательно, уменьшенными или увеличивающимися,

так как либо он сам движется, либо движутся предметы относительно человека. Состояние полного покоя, неподвижности человека и воспринимаемых им предметов является частным случаем. Зрительный анализатор человека чрезвычайно тонко и точно реагирует на изменения светлоты, цветов и форм предметов с изменением расстояний. Угол зрения есть отношение дистанции наблюдения к величине видимого предмета. Чем больше величина предмета и меньше дистанция наблюдения, тем больше угол зрения.

Зрительные ощущения и восприятия под большим углом зрения дают наиболее точно и быстро правильные образы вещей. Малый угол зрения затрудняет работу зрительного анализатора, так как уменьшается общая площадь возбуждения сетчатой оболочки. Зрительные ощущения и восприятия под малым углом зрения требуют большего времени для отражения действительного цвета, светлоты и формы воспринимаемых вещей.

Лучи света, идущие от какого-нибудь тела к глазу, образуют угол, упирающийся своей вершиной в зрачок. От этого угла зрения и зависит видимая величина предмета, а следовательно, и площадь возбуждения глаза.

От угла зрения зависит характер распознавания цвета и формы вещей. Под малым углом зрения изменяется цветоощущение. Зотовым показано, что под малым углом зрения оранжевый цвет (на белом фоне) сильно краснеет, а зеленый цвет голубеет. Эти изменения тем больше, чем меньше углы зрения, под которыми изменяется цвет.

При дальнейшем уменьшении угла зрения поверхности предметов теряют свою цветность и ощущаются как ахроматические (светло- или темно-серые), поэтому с самолета лес будет казаться уже не зеленым, а серым (с большой высоты). Угол зрения в известной мере определяет соотношение ахроматического и цветного зрения. Под большим углом зрения цветное зрение становится более точным и устойчивым. Еще большее значение имеет угол зрения для предметного зрения, различения частей и свойств предмета.

С расстояния 2 *м* можно разглядеть морщинки на лице человека, которых уже совершенно не видно, например, с расстояния в 10 *м*. На расстоянии в 50—100 *м* не всегда можно узнать знакомого человека, а на расстоянии 1000 *м* трудно определить его пол, возраст, характер одежды. С расстояния 5000 *м* человек вообще уже не будет виден невооруженным глазом.

Для определения угла зрения измеряется угловой поперечник предмета, выражаемый в обычных для углов размерах — градусах, минутах и секундах.

Чем дальше предмет, тем меньше его угловой поперечник. Границей видения предмета является угловая величина не меньше 1′. Угол зрения важен для определения светочувствительности к разным частям спектра световых лучей, особенно для определения порогов пространственного видения.

Общие качества зрительных ощущений

Зрительные ощущения характеризуются определенными качествами отражения светового потока и составляющих его волн различной длины и частоты колебаний.

Наиболее общим для всех зрительных ощущений качеством является *светлота.* Это качество зрительных ощущений зависит от коэффициента отражения воспринимаемого тела, т. е. интенсивность ощущения светлоты воспринимаемого предмета, является функцией всего мозгового конца анализатора и его ядра и рассеянных элементов и наиболее общим качеством зрительных ощущений, отражающим переходы от света к темноте, степень воздействующего на глаз света.

Белая поверхность отличается наибольшим коэффициентом отражения (например, для белой писчей бумаги от 0,60 до 0,85 падающего на нее света). Черная поверхность (например, черная бумага для завертывания фотопластинок имеет коэффициент отражения 0,04, а черный бархат 0,003 отражения падающего на него света). Человеческий глаз весьма чувствителен к изменениям светлоты на всем обширном диапазоне от полного отражения света поверхностями предмета до их поглощения. Человек может различать до 200 переходов по светлоте от черного до белого цвета.

Большое значение для усиления цветоощущений имеет светлотный контраст, т. е. разность коэффициентов отражений воспринимаемого предмета и окружающего его светлотного фона. Светлотные соотношения весьма важны и при цветоощущениях, где они способствуют выделению яркости цвета и его заметности. Цветоощущения, кроме светлоты, характеризуются цветовым тоном и насыщенностью. Под цветовым тоном понимается качественное своеобразие цвета, определяемого как синий или красный и т. д., зависящее от преобладания в световом потоке волны определенной длины.

Цветовой тон зрительных ощущений непосредственно отражает волновые свойства света и является высшим анализом спектрального состава светового потока.

С цветовым тоном тесно связано другое качество цветоощущений — *насыщенность,* т. е. степень выраженности данного цветового тона или, иначе говоря, степень отличия данного цвета от серого, одинакового с ним по светлоте.

Цветоощущения усиливаются и уточняются при цветовом контрасте, т. е. разности цветового тона и насыщенности воспринимаемого предмета и окружающего предмета фона.

Общим качеством зрительных ощущений является их *предметность,* т. е. отнесенность светлоты цветового тона и насыщенности к определенному предмету внешнего мира, проекция этих качеств на предмет, воздействующий в данный момент на зрительный рецептор.

Предметность зрительных ощущений обусловливает их одновременное взаимодействие при воздействии множества точек поверхности предмета на один и тот же рецептор.

В силу предметности зрительных ощущений мы видим грани и контуры освещенных предметов, форму, величину, протяженность, положение в пространстве.

Особую форму составляет пространственное видение, являющееся результатом взаимодействия зрительных и мышечных ощущений. Виды зрительных ощущений различны.

Ахроматическое зрение

Ахроматическое зрение характеризуется двумя видами чувствительности: 1) абсолютной световой чувствительностью, 2) различительной (разностной) световой чувствительностью. Абсолютная чувствительность к свету определяется по минимальному количеству лучистой световой энергии, раздражающей сетчатую оболочку глаза. Единицей измерения этой энергии считается эрг.

Как пишет Кравков, «чтобы энергией порогового светового раздражения, падающего на зрачок, нагреть 1 грамм воды на 1° тепла, потребовалось бы накапливать эту энергию в течение почти 60 000 000 лет».[10] Действительно, человеческий глаз обладает исключительно высокой абсолютной чувствительностью к свету. Так, для того чтобы вызвать едва заметное ощущение точки белого цвета, необходима энергия не больше $1{,}95 \times 10^{-9}$ *эрг/сек*. Пороговая энергия для голубых лучей (491 *ммк*) в условиях сумеречного зрения равна $3{,}22 \times 10^{-9}$ *эрг/сек* (данные Пинегина). В этих же условиях энергия зеленых лучей (507 *ммк*) при площади раздражения в 2 угловые минуты в диаметре и времени действия на глаз в $^1/_8$ *сек* равна всего $1{,}3—2{,}6 \times 10^{-10}$ *эрг/сек* и т. д. Эти данные свидетельствуют об очень низких порогах светоощущений, т. е. об очень высокой абсолютной чувствительности человека к свету. Раз-

---

[10] С. А. Кравков. Глаз и его работа, 4-е изд. М., Изд. АН СССР, 1950, стр. 194.

личие световой чувствительности при действии световых волн различной длины свидетельствует о высокой чувствительности ахроматического зрения к особенностям волновой природы света. Впервые Вавилов открыл высокую чувствительность человека в отношении количества фотонов, т. е. световых квантов. По его данным, в условиях темновой адаптации человек способен увидеть лучистую энергию, равную всего нескольким квантам (для лучей в 505 *ммк* — 8 *квант*). «...Человеческий глаз при благоприятных условиях обладает почти предельной, физически возможной чувствительностью и во много тысяч раз превосходит чувствительность лучших радиометров».[11] Если перевести данные о пороговых раздражителях с ранее проведенных единиц (эргов и квантов) на единицы измерения силы света, то окажется, что эта сила будет равняться тысячным долям 1 *св* (для глаза, адаптированного в темноте, при условии полной прозрачности атмосферы на расстоянии 1 *км*).

Абсолютная световая чувствительность палочкового зрения в тысячи раз выше абсолютной световой чувствительности колбочкового зрения.

Нужно подчеркнуть, что абсолютная световая чувствительность палочкового зрения является исключительно высокой и при восприятии под малым углом зрения, т. е. при наблюдении за объектом малой величины на больших расстояниях. Абсолютная световая чувствительность сравнительно с абсолютной цветовой чувствительностью имеет и бо́льший диапазон (считая ее протяженность по полю зрения). Цветоощущение снижается с перемещением раздражения от центральной ямки желтого пятна сетчатки к боковым частям сетчатки. Абсолютная световая чувствительность палочкового зрения, напротив, слабее в центре сетчатки. Зона максимальной чувствительности к свету находится между 10—15° от центральной ямки к боковым частям сетчатки.

Исследование Гассовского и Никольской показало, что этот максимум сосредоточен в области 10°.

Световая чувствительность и на более отдаленных от центра боковых сторонах поля зрения значительно превосходит чувствительность к цветам. Исключением являются крайние боковые границы поля зрения, характерные минимумом или полным отсутствием чувствительности.

Абсолютная световая чувствительность неодинакова у разных людей. Ее высокое развитие зависит от того, является ли она жизненно необходимой для человека, включается ли она в его деятельность в качестве постоянного и важного средства.

---

[11] Там же, стр. 195.

Фотометристы, астрономы, рентгенологи, солдаты и офицеры, действующие в условиях ночной разведки и т. д., в силу этого обладают очень высокой абсолютной чувствительностью сумеречного зрения.[12] На развитие их абсолютной световой чувствительности большое влияние оказывают различные раздражители, сочетающиеся во времени с действием минимальных освещенностей.

Абсолютная световая чувствительность условнорефлекторно изменяется и повышается.

Так, сочетая во времени какой-либо индифферентный раздражитель (например, стук метронома) с освещением глаза (безусловным раздражителем сетчатки), образуем условный рефлекс. В последующем стук метронома без засвета глаз будет вызывать светоощущение той пороговой величины, которая обусловлена первоначальным действием освещения на глаз. Пользуясь условнорефлекторным изменением световой чувствительности, можно значительно сокращать время темновой или световой адаптации.

Большое значение для увеличения абсолютной чувствительности глаза имеет одновременное раздражение светом нескольких пространственно-раздельных мест сетчатки одного глаза. Теплов и Севрюгина установили, что порог светоощущения для отдельного точечного раздражителя снижается (т. е. чувствительность повышается), если воздействовать одновременно на сетчатку несколькими пространственно-раздельными точечными раздражителями одинаковой яркости (при расстоянии между ними 18—41 угловых минуты). Взаимодействие одновременно возникающих световых ощущений повышает абсолютную чувствительность в отношении отдельно взятого минимального светового раздражителя (точечного раздражителя).

Особенно большое значение для абсолютной световой чувствительности имеет совместная работа обоих глаз (бинокулярное зрение). Гассовский и Хохлова показали, что световая чувствительность при бинокулярном зрении превосходит световую чувствительность монокулярного зрения в среднем в 1,9 раза. Абсолютная световая чувствительность исследуется в определенных условиях адаптации, т. е. приспособления уровня чувствительности глаза к интенсивности действующего на него светового раздражителя.

В темноте резко возрастает чувствительность глаза к малым яркостям воздействующего на него света, значительно снижаются абсолютные пороги световых ощущений. После

---

[12] См. Г. Х. Кекчеева. Ночное зрение. М., Изд. «Советская наука», 1942.

определенной адаптации к темноте световая чувствительность глаза человека возрастает в сотни тысяч раз. Рост абсолютной световой чувствительности в темноте исчисляется от начального уровня ее, определяемого яркостью того света, к которому глаз был адаптирован до погружения в темноту. Об этом росте абсолютной световой чувствительности в условиях темновой адаптации дает представление табл. 1.

Таблица 1

Рост чувствительности глаза в темноте (по Нагелю)

Время пребывания в темноте, в *мин*	Чувствительность, в отн. ед.	Время пребывания в темноте, в *мин*	Чувствительность, в отн. ед.
0,5	20	26	94 700
4	75	31	174 000
9	1 850	39	195 000
14	10 400	51	208 000
19	26 000	61	215 000
23	69 500	—	—

Максимум абсолютной световой чувствительности ахроматического зрения достигается на 45—50-й минутах пребывания в темноте. После этого момента чувствительность задерживается и продолжается далеко не так интенсивно. Найдены способы ускорения процесса темновой адаптации, а вместе с тем сокращения его периода. Кекчеев указывает на пять таких способов, которые практически применимы, в частности, в условиях ночной боевой разведки. К ним относятся: 1) регулирование освещения перед переходом в темноту (рекомендуется перед выходом в темноту находиться в помещении с умеренным, а не сильным освещением); 2) ношение очков с цветными стеклами (ношение очков с желто-зелеными фильтрами до выхода в темноту), которое, однако, связано со многими неудобствами и отрицательными следствиями; 3) засвет глаз белым светом (после пребывания человека в помещении с умеренным освещением перед выходом в темноту), который повышает уровень светочувствительности; 4) засвет глаз красным светом (действующим скорее, нежели засвет белым светом), при котором уровень световой чувствительности увеличивается в 5—6 раз сравнительно с обычным уровнем и держится дольше двух часов после засвета; 5) применение вкусовых или обонятельных раздражителей, повышающих общую возбудимость нервной системы и усиливающих основной

очаг возбуждения в световом анализаторе. Особенное значение для ускорения процесса темновой адаптации имеет условнорефлекторное регулирование световой чувствительности, причем роль условного раздражителя с успехом может выполнить слово. Так, после сочетания слова «свет» с определенной интенсивностью освещения или электрическим раздражением глаза можно выработать повышение световой чувствительности только на одно это слово «свет».

Адаптация необходима не только для палочкового, но и для колбочкового зрения, так как колбочковая чувствительность также зависит от запаса вещества, способного разлагаться под действием света.

Характер изменений абсолютной световой чувствительности в условиях приспособления глаза к постоянному освещению (световой адаптации) качественно иной. Длительное пребывание на свету требует предохранения глаза от перераздражения и утомления, в силу чего корковое торможение регулирует силу возбуждения рецептора. Световой адаптацией глаза называется понижение его абсолютной световой чувствительности, происходящее от изменения в палочках сетчатки запаса светочувствительных веществ и охранительной функции коркового торможения. Световая адаптация представляет собой своеобразный процесс, начинающийся с крайнего понижения чувствительности. Выйдя из темного помещения на ярко освещенный снег, мы как бы ослепляемся ярким светом снега и не различаем какие-либо детали вокруг нас. Но спустя некоторое время мы адаптируемся к этому свету. После первоначального крайнего снижения абсолютной чувствительности падение кривой чувствительности становится медленнее, а затем прекращается, останавливаясь на определенном уровне. Световая адаптация связана с объективным изменением освещенности окружающих предметов в течение дня, в зависимости от условий погоды (солнечного или пасмурного дня).

В реальных условиях видения глаз отражает многие точки освещенной поверхности воздействующего предмета. При этом на глаз воздействует освещенность всего пространства, на котором находится предмет. Иначе говоря, отдельное зрительное ощущение света всегда взаимодействует с другими световыми ощущениями в поле зрения.

В условиях темновой адаптации человек скорее увидит слабо светящуюся точку, если в поле зрения имеются другие слабо освещенные точки (но в небольшом их числе). Эти слабо освещенные точки, как показал Теплов, взаимно усиливают друг друга. Но сильно освещенное поле ослабляет и без того минимальное раздражение слабо освещенной точки.

Взаимодействие одновременных световых ощущений выступает в световом контрасте, заключающемся в том, что на светлом фоне всякий более темный цвет темнеет еще больше, а на темном фоне всякий светлый фон светлеет еще сильнее.

Различают две основные формы взаимодействия одновременных световых ощущений: а) положительную и б) отрицательную индукции. *Положительной индукцией* называется *усиление* данного (основного) светового ощущения под влиянием одновременно действующих на другие участки сетчатки световых раздражителей.

Отрицательной индукцией называется ослабление светового (основного) ощущения под влиянием других, более сильных световых ощущений (например, при появлении яркого пятна в поле зрения слабые световые точки не только темнеют, но и вообще исчезают из поля зрения).

Контрастное действие (по противоположности) зависит прежде всего от пространственных условий. Светлотный контраст тем сильнее, чем ближе друг к другу взаимодействующие раздражения. Поэтому у границ соприкасающихся полей контрастное явление особенно заметно. Это явление носит название краевого контраста.

Явление светлотного контраста более заметно в первые мгновения световых раздражений, а затем по мере адаптации светового анализатора оно ослабевает, и его влияние на ход отдельного светового ощущения становится менее сильным.

Различительная световая чувствительность определяется минимальным изменением интенсивности световых раздражителей.

Величина разностного порога для светоразличения определяется как отношение $^{1}/_{100}$ постоянной величины исходного раздражения к прибавочным нарастающим интенсивностям световых раздражителей.

Чем ниже разностный порог светоразличений, тем выше светоразличительная чувствительность.

Постоянным разностный порог остается лишь в области средних яркостей. При яркостях очень значительных или яркостях очень малых величина разностного порога увеличивается, следовательно, разностная чувствительность становится меньшей. Смирнов экспериментально показал, что увеличение различительной чувствительности происходит при увеличении поля зрения (вплоть до 3,5°). Влияние площади раздражения имеет особенное значение при светоразличении яркостей боковыми частями сетчатки глаза. При фотометрических сравнениях равенства яркостей двух полей наилучшим размером поля является 1—3°.

Различительная светочувствительность при бинокулярном зрении выше, нежели при монокулярном зрении. Так, оказалось, что бинокулярная различительная светочувствительность для боковых частей сетчатки выше монокулярной на 50%, для центральной части сетчатки — на 10%.

Темновая адаптация способствует росту различительной светочувствительности. Положительная индукция (взаимоусиление слабых раздражителей в светлотном контрасте) также способствует росту различительной светочувствительности. Дифференцировка световых раздражителей зависит от взаимодействия возбуждения и внутреннего торможения. Различительная чувствительность возрастает в процессе индивидуального развития человека. В возрасте 16 лет она превышает в 2,5 раза различительную светочувствительность ребенка 6 лет. Своего максимума различительная светочувствительность достигает к 25—30 годам, а затем держится приблизительно на одном уровне до 50—55 лет, после чего значительно снижается (см. рис. 8).

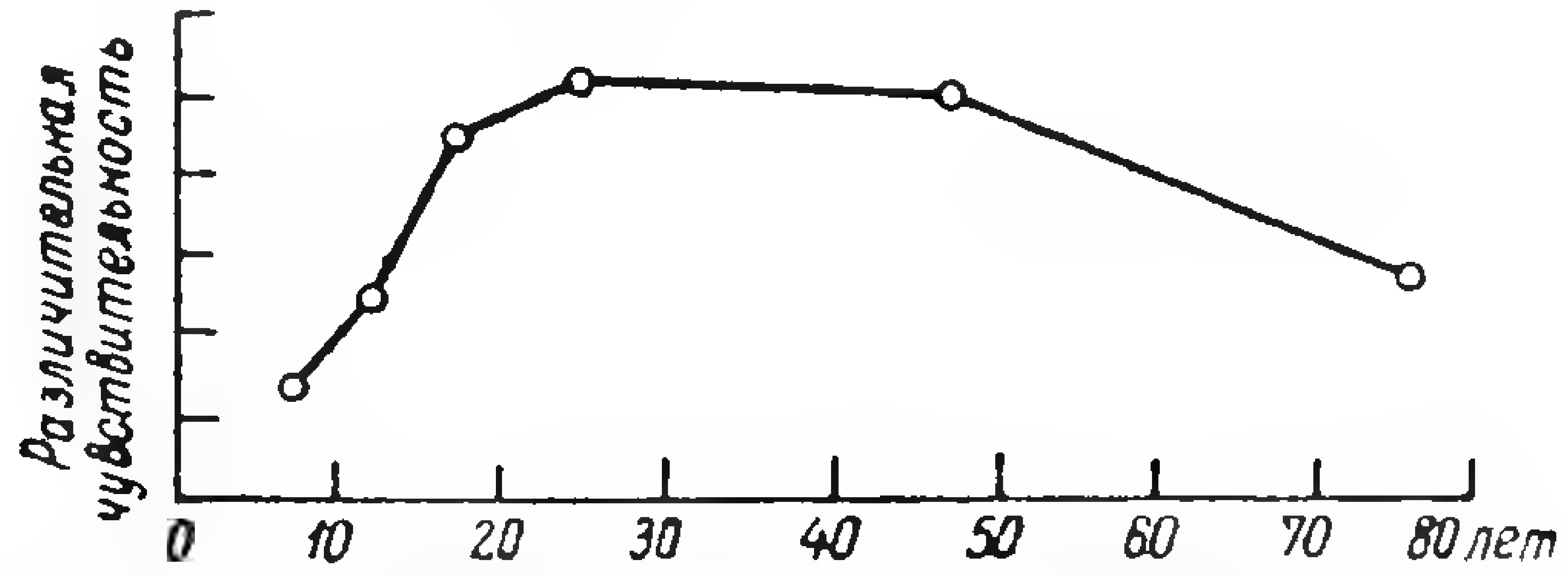

Рис. 8. Изменение различительной чувствительности глаза в зависимости от возраста.

Тот факт, что у маленьких детей различительная светочувствительность значительно ниже, чем у взрослых, свидетельствует о зависимости ее от накопления опыта, т. е. временных связей. В процессе обучения развивается высшая нервная деятельность детей, а вместе с ней и различительная светочувствительность человека. На рис. 8 приведены данные о взрослых без учета характера их деятельности. Между тем уровень различительной светочувствительности зависит от того, упражняется она или нет. Кравков приводит данные, свидетельствующие о решающей роли упражнений, в основе которых лежит условнорефлекторный механизм. Если в первый день опытов человек отличал силуэты самолетов с максимального расстояния в 6 *м*, то после семидневных упражнений он их различал с расстояния в 22 *м*, т. е. при уменьшении угла зрения почти в 4 раза.

Селецкая установила, что тренировка за несколько дней повышает различение яркостей определенного цвета вдвое, причем отмечается перенос вырабатывающихся навыков различения и на различение яркостей других цветов. Следовательно, в основе развития разностной светочувствительности лежит условнорефлекторное изменение чувствительности светового анализатора в целом.

Хроматическое зрение

Приспособление зрительного рецептора к солнечному свету особенно выражено в отражении спектрального состава света. При действии лучей с разными длинами волн энергию света

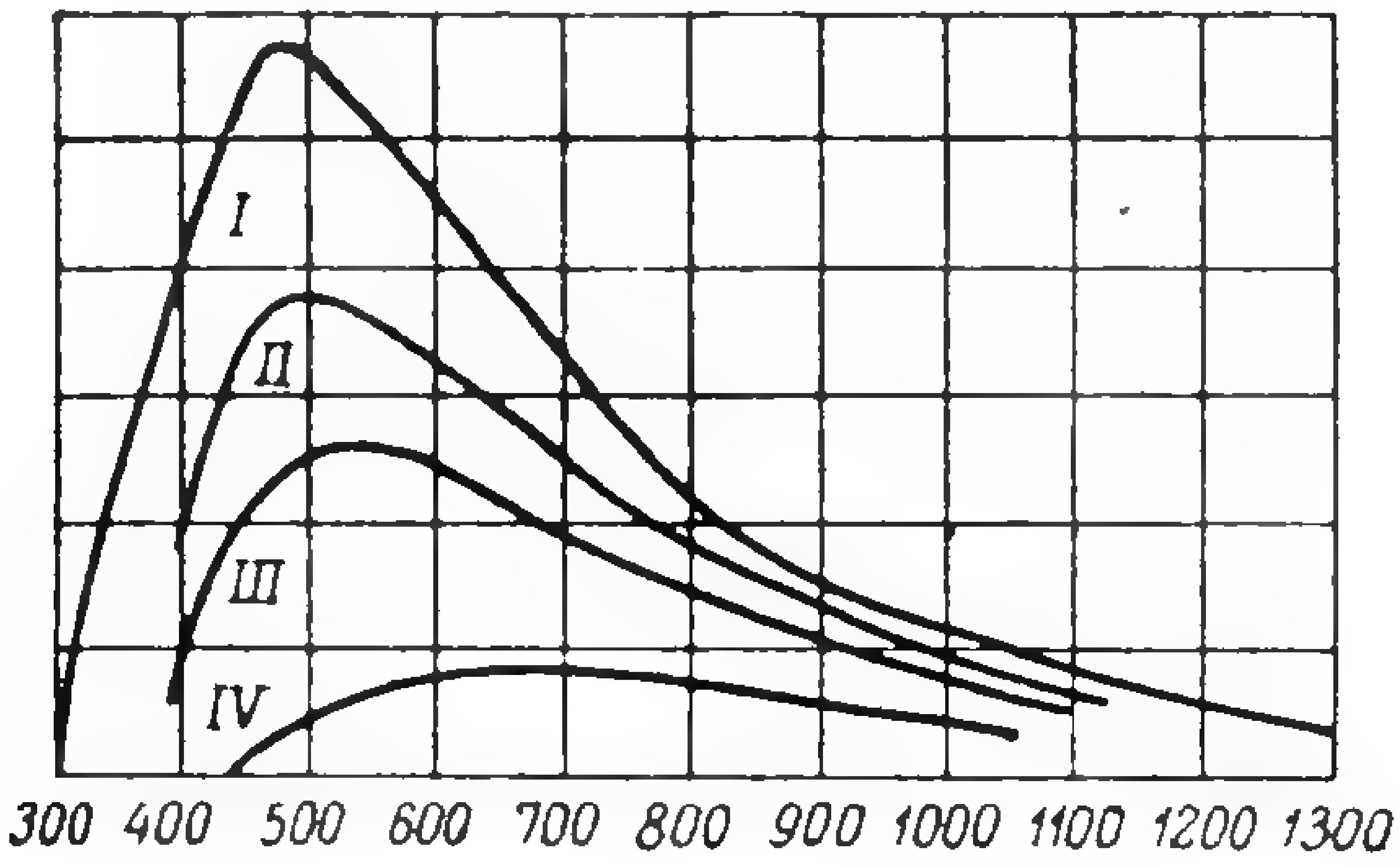

Рис. 9. Распределение энергии в спектре Солнца при различных высотах над горизонтом.

можно уравнять. Несмотря на равенство энергии воздействующих световых волн различной длины, человек будет отличать один цвет от другого. Видность, или видение, различных цветов изменяется в зависимости от длины волны. Максимум видности находится в желто-зеленой части спектра (556 *ммк*), резко спадая в обе стороны (к красному и фиолетовому цветам).

Как показал Вавилов, имеется определенная зависимость видности цветов от распределения энергии в спектре солнечного цвета. Но это распределение резко меняется в зависимости от положения Солнца на небесном своде (рис. 9). При разной высоте над горизонтом солнечные лучи проходят разные толщи атмосферы, рассеивающие и поглощающие солнечные лучи различным образом для разных длин волн. Это различие рассеивания и поглощения различных длин волн солнечных лучей показано на рис. 10.

Кривые распределения энергии солнечного света обозначены так: *I* — за пределами атмосферы, *II* — при положении Солнца над головой, *III* — при положении Солнца над горизонтом, *IV* — при условиях, близких к восходу и закату, 10° над горизонтом. Сравнивая то, как изменяется распределение энергии солнечного спектра при различном положении Солнца на горизонте, с тем, как изменяется кривая дневной и сумеречной видности, можно установить, что «кривая видности... расположена в наиболее выгодной части кривой распределения солнечного света».[13]

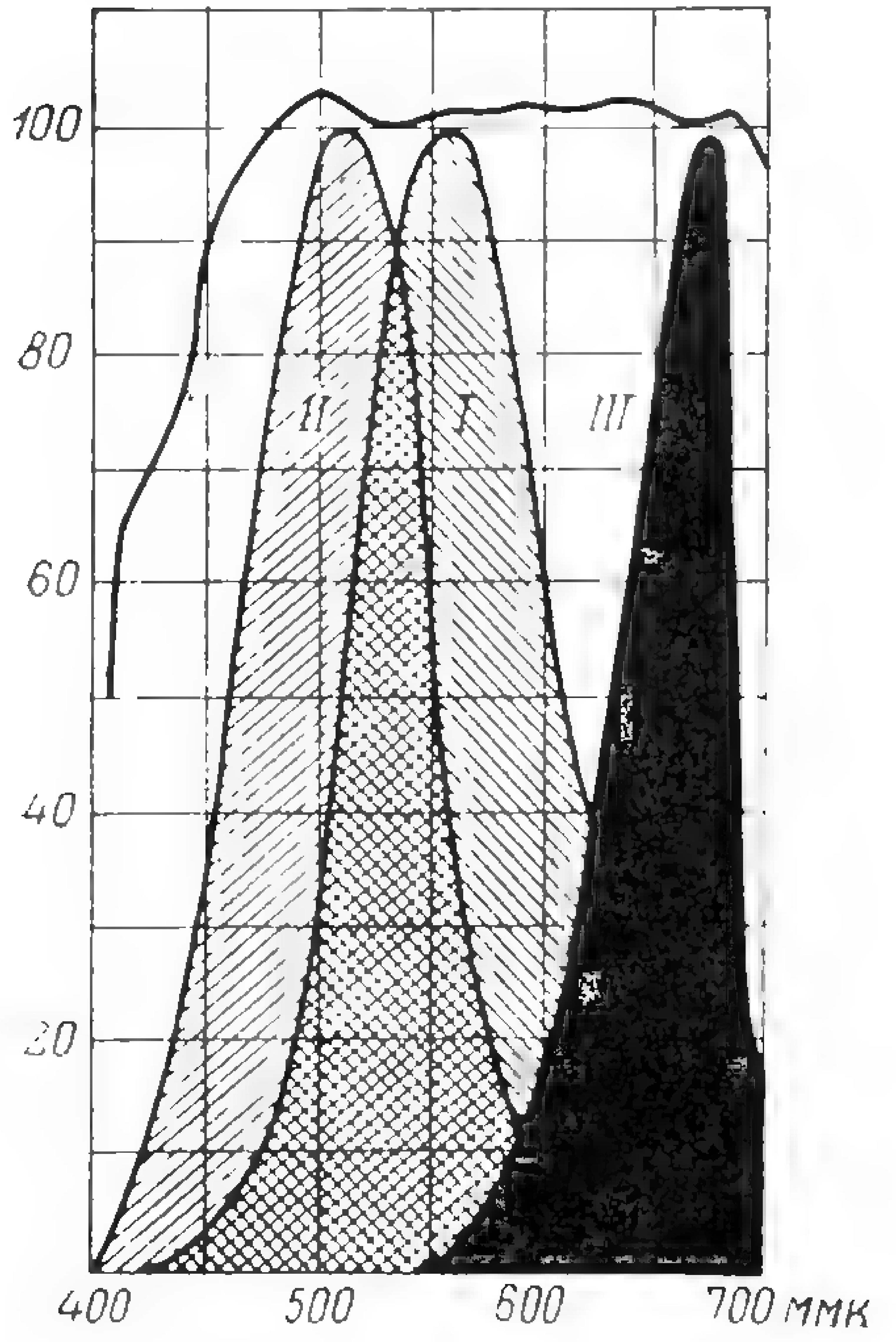

Рис. 10. Средняя годичная кривая распределения энергии полуденного Солнца для средних широт (верхняя кривая).

I — кривая дневной видности; *II* — кривая сумеречной видности; *III* — кривая поглощения хлорофилла.

В связи с этим уместно напомнить, что хроматическое (цветное) зрение — дневное, зависящее, как подчерпуто Вавиловым, от изменений солнечного спектра в течение дня.

Электрофизиологические исследования показывают, что в разное время дня световые лучи различной длины волны оказывают различное действие на сетчатку. Амплитуды токов действия днем наибольшие для оранжевых лучей, а в сумерках — для сине-зеленых лучей.

Ухтомский подчеркивает важность этого положения как доказательство тонкости отражения в мозгу действительных изменений в природе в зависимости от изменений солнечного спектра.

Цветовая чувствительность меняется в течение суток (данные Шварц). Чувствительность к красному и желтому цвету высокой бывает в полдень, наиболее низкой в полночь, чувствительность же к зеленому и синему, наоборот, повышается к полуночи и снижается к полудню. Эти изменения наглядно представлены в табл. 2.

---

[13] С. И. Вавилов. Глаз и солнце, стр. 110.

Таблица 2

Суточные изменения цветовой чувствительности к различным цветам (по Шварц)

Чувствительность к красному цвету (630 *ммк*)

Испытуемый	Время суток, в *час*						
	24	3	6	10	13	16	20
Б.	122	176	176	192	243	192	166
Д.	86	125	146	166	200	146	108
К.	96	126	146	163	176	153	117
А.	188	220	227	243	300	250	215
Т.	146	200	215	232	300	227	200
С.	136	166	176	188	260	176	156
В среднем...	129	170	181	197	246	191	160

Чувствительность к желтому цвету (570 *ммк*)

Испытуемый	Время суток, в *час*						
	24	3	6	10	13	16	20
Б.	108	136	163	176	208	176	144
Д.	81	100	125	156	188	126	108
К.	125	146	166	175	204	163	141
А.	176	204	214	232	280	232	210
Т.	144	192	208	227	280	215	192
С.	153	188	220	240	300	220	200
В среднем...	131	161	183	201	189	243	166

Чувствительность к зеленому цвету (520 *ммк*)

Испытуемый	Время суток, в *час*						
	24	3	6	10	13	16	20
Б.	146	113	102	89	73	96	120
Д.	136	111	96	82	69	89	102
К.	146	106	96	80	69	86	100
А.	188	152	126	108	91	117	136
Т.	166	132	117	100	86	106	125
С.	176	141	125	106	89	113	132
В среднем...	157	126	110	94	79	101	119

Чувствительность к синему цвету (470 *ммк*)

Испытуемый	Время суток, в *час*						
	24	3	6	10	13	16	20
Б.	136	102	93	80	65	86	102
Д.	120	93	82	69	58	78	86
К.	136	100	82	75	64	82	96
А.	156	126	106	93	78	100	117
Т.	152	120	106	91	75	96	111
С.	156	120	108	91	78	96	111
В среднем...	142	110	96	83	70	90	104

Электрофизиологические явления в сетчатой оболочке глаза (токи действия в их частоте, амплитуде колебаний и электродвигательной силе) зависят от длины волны раздражающих лучей и силы действующего света. Токи действия сетчатки различны для различных длин волн. *Наименьшая* частота и амплитуда токов действий характерна для реакции на *красный цвет*. *Наибольшая* частота и амплитуда колебаний токов действия характерна для реакции на *фиолетовый цвет*. Реакция на зеленый цвет занимает среднее положение.

Следовательно, уже по электрическим явлениям в сетчатке можно судить о противоположности между длинно- (красный) и коротковолновыми (фиолетовый) цветами. Наибольшее значение для цветового зрения имеет различительная чувствительность, так как разные предметы внешнего мира (в зависимости от их материальной природы и состава поверхности) различно отражают световые лучи различных длин волн.

В солнечном спектре глаз различает семь цветов (красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый) и оттенки, число которых достигает нескольких сот и колеблется для разных людей до 150 и больше.

Исследования установили, что граница между фиолетовым и синим находится около 445 *ммк*, граница между синим и голубым —460 *ммк*, между голубым и зеленым—500 *ммк*, между зеленым и желтым — 540 *ммк*, между желтым и оранжевым — 600 *ммк*.

Для определения различительной цветочувствительности необходимо сравнить два соседних участка непрерывного спектра и установить, на сколько миллимикронов нужно изменить одну из сравниваемых областей для того, чтобы глаз заметил разницу в окраске. Различительная цветочувствительность в данной области определяется по наименьшей разности длин волн в миллимикронах.

Чувствительность человека к изменению длины волны в различных частях спектра различна. Различение минимальных изменений для желтого и голубого цветов возможно при изменении длины волны всего на 1 *ммк*. В средней части спектра (зеленый цвет) требуется большее число миллимикронов для того, чтобы глаз заметил изменения цветового тона. По отношению к крайним частям спектра (красному и фиолетовому) разность в длине волны должна быть еще больше для того, чтобы человек различил изменения в цветности воспринимаемого объекта.

Цветоразличение отражает и изменения в насыщенности цвета. Показано, что наиболее тонкое различение имеет место в отношении цветов как наиболее насыщенных, так и наименее насыщенных. Более глубокая чувствительность отмечается в отношении цветов средней насыщенности.

Особую роль в изменениях различительной цветочувствительности играет угол зрения. Зотовым, Каничевой и другими установлено, что видимый цвет поверхности меняется под малым углом зрения (20—10 угловых минут). При этом происходит закономерное изменение цветоразличения: цветовой тон воспринимаемой поверхности смещается в сторону или красного или зелено-голубого цвета. При очень малом угловом размере поверхности цветность вообще перестает замечаться Желтые и голубовато-желтые цвета на больших расстояниях кажутся нам белыми, а синий и красный — черными. Эти пространственные изменения цветоразличения учитываются в практике военной маскировки, когда необходимо рассчитывать на изменение цвета на больших расстояниях, а также для целей монументальной живописи. Большие художественные полотна, расположенные на высоких стенах или плафонах, рассчитаны на цветоразличение под малым углом зрения. Поэтому художникам приходится изображать предметы и их цветовые поверхности так, чтобы они были видны на больших расстояниях, с учетом изменений цветности объектов с увеличением расстояния. Поле зрения расчленяется в зависимости от длины волны раздражающих глаз световых лучей. Сравнительно с ахроматическим зрением цветовое зрение сосредоточивается в центральной части поля зрения. Но и в пределах центральной части имеются различные границы для дискриминации каждого из цветов. Эти границы постепенно сужаются в таком порядке: от желтого к синему, от красного к зеленому цвету (рис. 6).

Обычно в световых лучах имеется сочетание волн различных длин. Глаз имеет дело обычно со смешанными цветами, причем один и тот же цвет может быть получен смешением различных цветов. Смешение цветов и слияние звуков суще-

твенно отличаются друг от друга. При одновременном звучании двух звуков (например, до» и [illegible]) мы [illegible] ощущаем промежуточного между ними звука, в то время как при одновременном воздействии на глаз красного и желтого цветов мы получаем промежуточный между ними оранжевый цвет. В результате смены звуков мы ощущаем созвучие, из которого при достаточной тренировке мы можем выделить слухом и отдельные звуки; в результате смешения цветов мы получаем новое простое цветоощущение, из которого нельзя выделить отдельные слагаемые. Только с помощью оптических приборов мы можем узнать, каким образом получен данный цвет.

Тем более важно остановиться на вопросе о смешении цветов. Известны три вида смешения цветов: оптическое, пространственное и бинокулярное смешение цветов.

Оптическим смешением цветов называется смешение цветов, возникающее при одновременном наличии волн различной длины. Всякая поверхность, кажущаяся одноцветной, в действительности отражает и посылает в глаз волны различной длины, как об этом свидетельствует ее спектр отражения. Установлено три основных закона смешения цветов.

Закон первый. Для всякого хроматического цвета имеется другой хроматический, от смешения с которым получается цвет ахроматический. Такие два цвета, в совокупности дающие ахроматический, носят название цветов дополнительных. Такими являются: красный и голубо-зеленый, оранжевый и голубой, желтый и индиго-синий, желто-зеленый и фиолетовый, зеленый и пурпуровый. Нетрудно заметить, что дополнительные цвета состоят из такой игры цветов, в которой один относится к длинноволновым или средним цветам, другой — к средним или коротковолновым цветам. При смешении таких цветов они нейтрализуют цветовой тон друг друга, вследствие чего и возникает белый или серый цвет.

Закон второй. Смешивая два цвета, лежащие ближе друг к другу, чем дополнительные, можно получить любой цвет, находящийся между данными двумя цветами. Промежуточный оранжевый цвет получается смешением красного и желтого, желтый — путем смешения оранжевого и зеленого, зеленый — посредством смешения зеленовато-желтого и голубо-зеленого цветов и т. д.

Закон третий. Две пары цветов дают при смешении одинаково выглядящий цвет, независимо от физического состава смешиваемых цветов. Серый цвет, полученный от смешения одной пары дополнительных цветов, ничем не отличается от серого цвета, полученного от любой другой пары.

На рис. 11 представлена сводная таблица оптического смешения цветов.

Условием оптического смешения цветов является *одновременность действия* на глаз какой-либо пары цветов, т. е. смежность во времени, а не только в пространстве.

Пространственным смешением цветов называется смешение цветов по пространственной смежности и особенно по совместному действию при уменьшающихся углах зрения (т. е. известном расстоянии от цветных объектов). Если смотреть издали на разноцветную поверхность, то она кажется не пестрой, а одноцветной, окрашенной в результирующий цвет

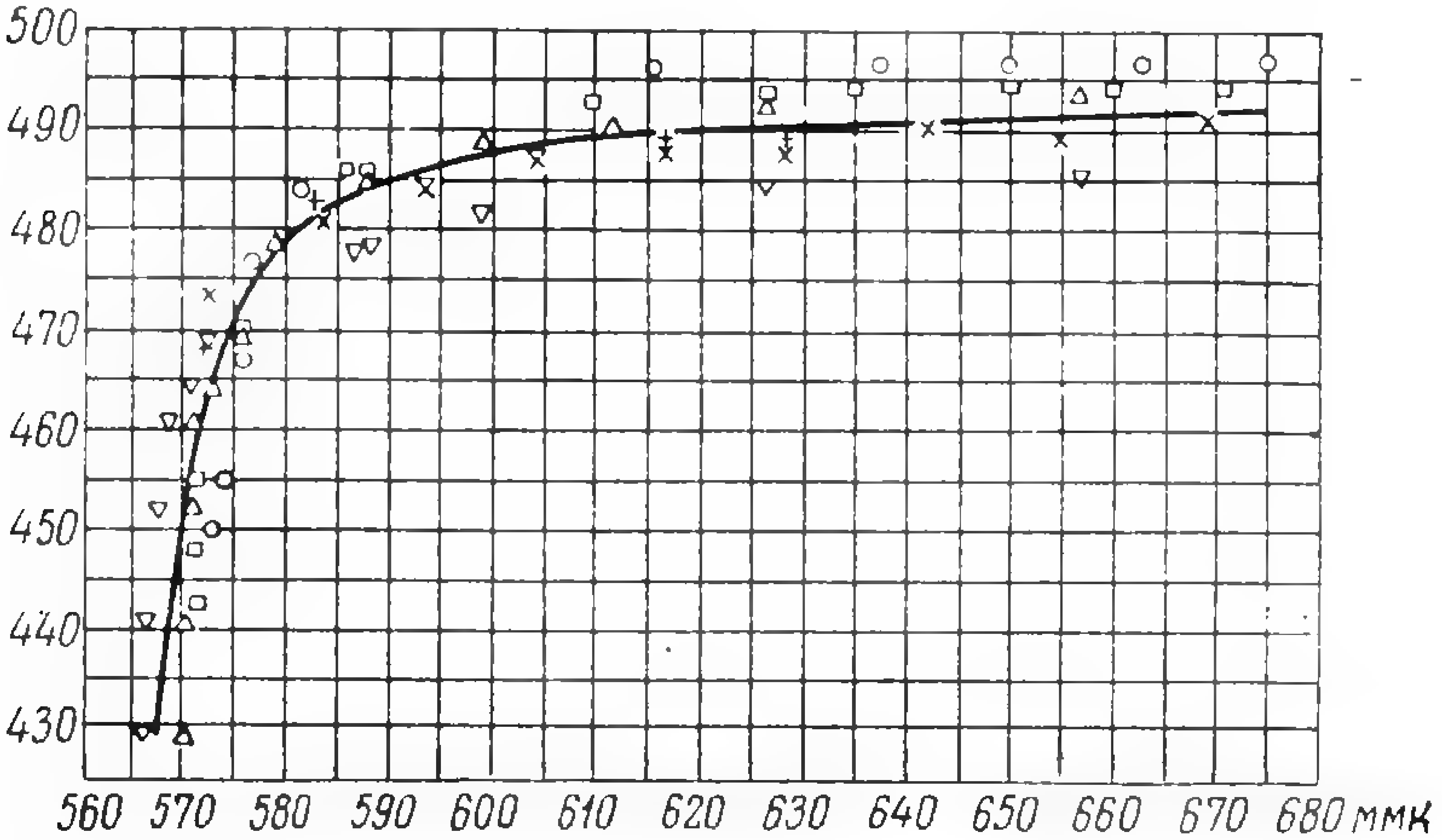

Рис. 11. Дополнительные цвета (по данным различных авторов).

смеси отдельных цветов. Объясняется это тем, что при очень малой величине изображения двух соседних разноцветных пятен на сетчатке настолько близки, что в мозгу они сливаются и дают впечатление одного цвета. В текстильном производстве пространственное смешение цветов получается в однотонной ткани сплетением разноцветных тканей. В монументальной живописи подобное смешение цветов и впечатление одноцветности создается расстоянием от изображения.

Доказано, что количественные закономерности пространственного смешения цветов те же, что и закономерности оптического смешения цветов (Теплов и Яковлева). Оптическое пространственное смешение цветов может быть определено монокулярно (т. е. зрением одного глаза). В нормальных случаях нет разницы между цветовым зрением обоих глаз, если ими пользоваться при смотрении на цветную поверхность раздельно и попеременно, закрывая другой глаз. Иная картина получается при бинокулярном зрении (обоими глазами). В бинокулярном цветном зрении неизбежно возникает *борьба полей зрения*. Это явление имеет место и в ахроматическом

бинокулярном зрении. Если на сетчатку одного глаза падает белый цвет, а другой глаз смотрит на черную поверхность, то у человека возникает ощущение серого цвета, причем это ощущение все время колеблется между ощущением белого и черного полей, которые являются объектами разделительного видения обоих глаз. В цветовом зрении это явление еще более усиливается. Если смотреть одним глазом на свет через красный светофильтр, а другим через зеленый светофильтр, то получится ощущение желтого цвета, колеблющегося между красным и зеленым цветами (то краснеющего, то зеленеющего желтого цвета).

В основе борьбы полей цветного зрения лежит разность возбуждений, приходящих в кору головного мозга от обоих зрительных рецепторов. Эта разность определяется тем, что каждый из них раздражается лучами различной длины волны. Столкновение обоих возбуждений в коре головного мозга порождает *торможение*, распространяющееся то на одно, то на другое поле зрения. Этим объясняется подвижность бинокулярного цветного зрения, его колебание то в одну, то в другую сторону бинокулярно смешиваемых цветов.

Следовательно, бинокулярный синтез (объединение, слияние) цветов является результатом условнорефлекторной деятельности коры, поскольку торможение, возникающее при столкновении обоих возбуждений в одном световом анализаторе, является внутренним, т. е. условным торможением.

Доказана условнорефлекторная природа и бинокулярного анализа смешанных цветов. В опытах Хернандеца у человека вырабатывался условный кожно-гальванический рефлекс, причем условным раздражителем, подкрепляющимся электрическим током, был желтый цвет. На остальные цвета, не имевшие такого безусловного подкрепления, кожно-гальванический рефлекс не возникал. После выработки прочного условного рефлекса на желтый цвет оказалось, что условный рефлекс возникал и тогда, когда один глаз раздражался красным, а другой — зеленым цветом, смешение которых дает белесовато-желтый цвет. Следовательно, в таком бинокулярном условном рефлексе имел место не только синтез, но и анализ смешанных цветов.

В цветовом зрении своеобразно выступают основные формы взаимодействия ощущений — положительная и отрицательная индукции.

Экспериментально показано, что цветоощущение от данной, фиксируемой глазом цветной точки повышается, если другая цветная точка в поле зрения будет малой яркости, т. е. имеет место положительная индукция. Если же эта вторая точка в поле зрения будет много сильнее фиксируемой

цветной точки, то цветочувствительность глаза в отношении фиксируемой точки будет пониженной, т. е. будет иметь место отрицательная индукция.

Для разных цветов эти взаимоотношения имеют неодинаковый характер. Отрицательная индукция усиливается при приближении к средней части спектра, т. е. к области зеленого цвета. Явление отрицательной индукции (ослабление цветового тона данного цветоощущения) приводит нас к контрастным явлениям в области цветного зрения.

Цветовым контрастом называется изменение цветоощущения, происходящее вследствие пространственной смежности воспринимаемого цвета с другими цветами (цветностью поля или фона). Всякий хроматический цвет, находясь на хроматическом фоне, изменяется определенным образом, в сторону, близкую к дополнительному цвету. Благодаря явлению цветного контраста увеличивается видимое расстояние между соседними поверхностями, тем самым усиливается четкость изображения воспринимаемых предметов на сетчатке глаза.

Цветовой контраст бывает одновременным и последовательным. Одновременный цветовой контраст возникает в виде изменения цветоощущения в зависимости от одновременного воздействия на сетчатку других цветовых раздражителей. Если поместить кусочки желтого цвета на различные цветовые поля (красные, зеленые, синие), то окажется, что желтое на красном слегка зеленеет, желтое на зеленом слегка оранжевеет, желтое на синем становится более насыщенно желтым и т. д.

Цвет воспринимаемого объекта сдвигается в сторону цвета, наиболее отличного от цвета фона, т. е. в сторону цвета, дополнительного к цвету фона. Однако такое определение не вполне точное. Возникающие в таких случаях *контрастные цвета не всегда тождественны с дополнительными цветами.* Если дополнительными цветами являются, например, пары синий—желтый или желтый—синий, то контрастные цвета несколько сдвигаются: синий имеет своим контрастным цветом не желтый, а оранжевый, желтый не синий, а сине-фиолетовый. Возникающие по контрасту цвета, в отличие от дополнительных, не являются всегда взаимными. Так, например, к зеленому цвету (541 *ммк*) контрастным будет красновато-оранжевый, а к красновато-оранжевому будет уже не зеленый, а сине-голубой (457 *ммк*) и т. д.

Сравнивая эти различия между контрастами и дополнительными цветами, Кравков предположил, что «в основе явлений контраста лежат процессы индуктивного взаимодействия возбуждения в пространственно-различных местах нервной системы. В основе же явлений дополнительности цветов лежит

достижение определенного соотношения между различными цветовыми возбуждениями в одном месте нервного субстрата».[14]

Однако из физиологии высшей нервной деятельности известно, что взаимодействие возбуждений в коре головного мозга невозможно без процессов торможения. Поэтому несомненна зависимость явлений цветового контраста от взаимодействия возбуждения и торможения. Зотов показал, что возбуждающий цветоощущения хроматический раздражитель порождает одновременно процесс торможения на соседних участках коры. В этом случае мы будем иметь типичное явление отрицательной индукции нервных процессов в коре головного мозга. Возникающий в силу этой индукции процесс торможения обусловливает ощущение определенного контрастного цвета.

Так, красный цвет (максимальная длина волны) вызывает ощущение зелено-голубого цвета. Следующий за ним по длине волны оранжевый цвет вызывает ощущение синего цвета, а еще далее отстоящий желтый — контрастное ощущение фиолетового цвета. Зотов установил, что уменьшение длины волны воздействующего на глаз цвета вызывает уменьшение длины волны ощущаемого контрастного цвета и наоборот.

По Зотову, явление цветового контраста обусловливается взаимоотношением корковых процессов возбуждения и торможения, причем взаимоотношения между ними являются величиной постоянной. В свою очередь разность между возбуждением и торможением отражает физическую разность между любыми двумя взаимоконтрастными цветами.

Одновременный цветовой контраст усиливается при уменьшении угла зрения и ослабляется при увеличении угла зрения (имея в виду угловую величину цветового объекта, а не всего воспринимаемого в поле зрения пространства).

Избирательный характер взаимодействия цветовых ощущений ясно выражается в сенсибилизации цветового зрения, повышении чувствительности к какому-либо цвету под влиянием предшествующего раздражения глаза другим цветом. Шварц нашла, что приспособление глаза к действию красного цвета повышает его чувствительность к дополнительному зеленому, а раздражение глаза голубым цветом повышает чувствительность к синему и наоборот. Однако длинноволновые цвета (красный, желтый) оказывают более сильное сенсибилизирующее действие, нежели действие зеленых и синих цветовых раздражителей.

При анализе одновременного цветового контраста нужно

---

[14] С. В. Кравков. Глаз и его работа, стр. 261.

иметь в виду, что в обычных условиях жизни имеется не только цвет объекта и цвет фона, на котором он расположен, но и общий цвет освещения (особенно при переходе от ночи к утру, от дня к сумеркам). Цветной свет (освещение) усложняет явление цветового контраста. Установлено, что глаз дифференцирует цвета объекта, фона и освещения, причем может различить цвет, падающий от источника света на данную поверхность предмета, и цветной свет, отражаемый этой поверхностью. Это различение протекает также по типу одновременного цветового контраста.

Последовательный цветовой контраст представляет собой изменение в цветовом тоне ощущения, возникающего в результате предшествующего раздражения глаза другим цветовым раздражителем. При этом контрастные явления протекают в виде последовательных образов цветоощущения.

Время зрительного ощущения определяется по разности во времени между моментом воздействия на глаз светового раздражителя и моментом возникновения соответствующего зрительного ощущения. В среднем это время равняется приблизительно одной десятой секунды. Для более сильных световых раздражителей эта величина является меньшей, для слабых — время зрительного ощущения увеличивается.

Но эта величина характеризует лишь время возникновения зрительного ощущения, а не его продолжительность. Пока раздражитель ощущения действует на глаз, он продолжает видеть. Скорость возникновения и развития ощущений во времени зависит от длины волны. Установлено, что скорость нарастания ощущений синего цвета наименьшая. Затем в порядке нарастающей скорости идут ощущения зеленого, желтого, оранжевого. Наибольшей скоростью характеризуются ощущения красного цвета. Найдено также, что утомляющее действие различных цветов на глаз неодинаково: наибольшее утомление вызывает сине-фиолетовый цвет, наименьшее — красный и зеленый. Подобно тому, как зрительное ощущение возникает не сразу с действием раздражителя на глаз, так оно и не исчезает сразу при прекращении действия этого раздражителя на глаз. Время продолжительности зрительного ощущения большее, нежели время действия раздражителя, так как после прекращения действия раздражителя некоторое время продолжается последействующее ощущение в виде последовательных образов.

В течение всего времени, идущего на исчезновение из глаза раздражающих продуктов распада светочувствительных веществ, на восстановление их запаса, на возвращение нервных центров к исходному состоянию, человек ощущает некоторый след от предыдущего раздражения в виде последова-

тельного образа. *Положительным* последовательный образ является тогда, когда мы продолжаем ощущать ранее действовавший раздражитель без контрастных изменений — таким, каким он был на самом деле по светлоте и форме.

На положительных последовательных образах основано восприятие кинофильмов. На наш глаз действуют отдельные кадры, между которыми есть отдельные темные промежутки, но мы этих темных промежутков не видим, так как ощущение от предыдущего кадра захватывает момент прохождения темного промежутка. Возникает поэтому нужная для эффекта непрерывность зрительных ощущений во время просмотра кинокартины. В области цветового зрения мы встречаемся с явлением *отрицательных* последовательных образов или последовательного цветового контраста.

После прекращения действия данного цветового раздражителя ощущение не исчезает, а некоторое время продолжается, причем оно изменяется в сторону контрастного цвета или близко лежащего к дополнительному цвету.

Последовательный цветовой контраст подчиняется тем же закономерностям протекания, что и одновременный цветовой контраст. Однако особенностью механизма последовательного цветового контраста является возникающее вследствие длительного раздражения утомление определенного места сетчатой оболочки. Поэтому в последовательном цветовом контрасте еще большую роль играет корковое торможение с его охранительной функцией. В результате возрастающего влияния торможения отрицательный последовательный образ постепенно угасает. В динамике отрицательного последовательного образа отмечается чрезвычайная подвижность, колеблющийся характер контрастных явлений, выражающий динамику взаимодействия возбуждения и торможения в коре головного мозга. Наиболее устойчивым в отрицательном последовательном образе являются форма и величина образа того предмета, который воздействовал на глаз. В протекании последовательных образов как отрицательных, так и положительных сказывается взаимодействие обеих частей зрительного анализатора. Мы ощущаем положение образа не в одном из полей зрения (не в одном глазу, даже если смотрим именно этим глазом), а посредине между обоими полями зрения. Точным исследованием этого явления Зотовым и Алексеевым установлено, что последовательный цветовой образ локализуется приблизительно в средней зоне обоих полей зрения.

Цветовое зрение у людей развито неодинаково, причем у одного и того же человека оно может быть неравномерно развито по отношению к различным цветам. Цветовое зрение особенно высоко развивается в условиях такой деятельности,

которая требует максимальной точности анализа и синтеза цвета (например, у художников).

Следует отметить отклонения от нормы цветового зрения — явление цветослабости и цветослепости.

Полная слепота на все цвета встречается очень редко. Для людей, страдающих полным отсутствием цветового зрения, весь окружающий мир обеспечивается, воспринимается серым с той или иной разностью светлоты (светотенями).

Обычно отклонения от нормального цветового зрения проявляются в форме избирательной цветослепоты или цветослабости на некоторые цвета. Люди, имеющие подобные недостатки цветного зрения, чаще всего не осознают этих дефектов, поскольку они не препятствуют ориентации в пространстве и правильному распознаванию предметов внешнего мира.

Среди цветоаномалов чаще встречаются люди, не видящие красный или зеленый цвет; чрезвычайно редки случаи слепоты на синий и желтый цвета.

Поэтому считают основными нарушениями цветного зрения два типа избирательной слепоты: а) слепоту на красный цвет (протоаномалия) и б) слепоту на зеленый цвет (дейтераномалия). Протоаномал видит красный цвет как зеленый, а дейтераномал — зеленый как красный. Предполагалось, что цветоаномалы вовсе не способны воспринимать эти цвета в силу отсутствия у него специальных «красноощущающих» или «зеленоощущающих» колбочек. Зотов показал неосновательность таких предположений. Полная слепота к красному или зеленому цвету у цветоаномалов имеет место лишь при восприятии цвета под малым углом зрения. Опыты Зотова показали, что с приближением цветового объекта (и соответственным увеличением его угловой величины) протоаномал перестает видеть красный цвет как зеленый, а воспринимает красный цвет как красный (т. е. нормально), а дейтераномал начинает видеть зеленый цвет как зеленый. Значит, цветоаномалия есть функциональный, а не анатомический недостаток глаза, зависящий от условий восприятий, особенно пространственных. Оказалось также, что эти цветоаномалы, обладая пониженной возбудимостью в отношении красного или зеленого цвета, получают тем не менее отрицательные последовательные образы от них, т. е. зеленый от красного и красный от зеленого.

Острота зрения

Светлотный и цветовой контраст обеспечивает резкость граней (или контуров) воспринимаемых предметов внешнего мира. Это чрезвычайно важно, имея в виду, что контуры пред-

мета есть «раздельные грани двух дальностей» (Сеченов), поскольку грани предмета отделяют его от граней фона и других предметов. Следовательно, светлотный и цветовой контраст имеет важное значение для остроты зрения.

Под остротой зрения разумеется степень четкости различения границ предметов. Острота зрения составляет один из главнейших признаков предметного зрения. Острота зрения определяется тем минимальным промежутком между двумя точками, который порождает минимальное ощущение граней или отделенности одной точки от другой. За единицу остроты зрения принимается величина промежутка в одну угловую минуту (1′). У многих людей минимальный порог остроты зрения ниже этой величины промежутка (доходя до 20 – 10 угловых секунд). В таких случаях острота зрения является повышенной (сравнительно со средними величинами).

Острота зрения зависит прежде всего от угла зрения, т. е. от пространственных условий видения. Поэтому остроту зрения определяют на определенных постоянных расстояниях от наблюдателя до объектов, точно соблюдая угловой размер промежутков в 1 угловую минуту. С уменьшением угла зрения промежутки между точками или гранями предметов исчезают, как бы сливаются друг с другом: человек начинает воспринимать вместо двух раздельных точек одно нерасчлененное пятно.

Острота зрения зависит и от определенных особенностей зрительного рецептора (нормального глаза и отклонений от него — близорукости или дальнозоркости, аккомодации, величины зрачка и т. д.). Для близорукого глаза порог остроты зрения будет значительно большим, нежели для нормального или дальнозоркого глаза. Найдено, что наилучшая острота зрения отмечается при величине зрачка диаметром в 3—4 *мм*. Наилучшая острота зрения обеспечивается также центральной частью поля зрения и т. д. Все это необходимые, но не решающие условия. В основе остроты зрения находится корковая *дифференцировка раздражителей,* связанная с работой *ядра* мозгового конца зрительного анализатора. Поэтому ведущую роль в остроте зрения играет деятельность коры головного мозга. Условнорефлекторный характер изменения остроты зрения экспериментально доказан опытами Кравкова и Севрюгиной. В этих опытах стук метронома сочетается с увеличением освещенности различаемых темных объектов на светлом фоне. После ряда сочетаний один стук метронома без увеличения освещенности вызывал повышение остроты зрения. Этот факт был проверен в нашей лаборатории Мирошиной-Тонконогой, которая подтвердила это наблюдение. В ее опытах было найдено, что выработанная таким образом

более высокая острота зрения с одного глаза, где вырабатывался сенсорный условный рефлекс, переносится на другой глаз (без всякого предварительного упражнения). По этим данным оказалось, что перенос условнорефлекторного повышения остроты зрения с одного глаза на другой скорее осуществляется в случае переноса с ведущего глаза на неведущий, нежели наоборот.

Повышение остроты зрения путем упражнений впервые было установлено русским врачом Добровольским (совместно с Геном). Они доказали эту возможность в отношении наиболее трудного различения — мелких букв и притом боковым зрением. Расширение границ поля зрения в их опытах было очень значительным. Граница по височному меридиану раздвинулась от 75 до 80°, по носовому меридиану — от 38 до 55°, по верхнему меридиану — от 30 до 45°, по нижнему меридиану — от 32 до 50°. В последнее время эта возможность доказана точными опытами Селецкой. Об исключительной роли упражнений в развитии остроты зрения свидетельствует метод лечения Сергиевского и Цвик, примененный по отношению к людям с резкими отклонениями от нормальной остроты зрения (у косящих людей и людей с резким понижением остроты зрения). Они заклеивали на длительный срок лучше видящий глаз, тем самым снимали его тормозящее действие на слабовидящий глаз, принуждая его к постоянной различительной работе. Если до такого лечения худший глаз обладал низкой остротой зрения (различением пальцев близко от лица), то после месячного лечения острота зрения достигала нормального уровня. Учитывая значение центральных факторов, обеспечивающих посредством упражнения повышение остроты зрения, необходимо применять правильные методы определения остроты зрения. В качестве обычного метода определения остроты зрения употребляется таблица букв различных размеров или таблица с кольцами Ландольта.

Испытуемый должен указать, где находится разрыв в кольце Ландольта (вправо, вверху, внизу, влево).

В зависимости от величины ландольтова кольца обычно и определяется острота зрения. Но такое определение не вскрывает всех возможностей повышения остроты зрения, поскольку таковое зависит от жизненной необходимости в определенном уровне остроты зрения. В своих опытах Шварц создавала такую обстановку, при которой острота зрения была лишь составной частью действия, успешность которого зависит от степени остроты зрения. Поэтому определение кольца Ландольта было не самоцелью, а средством для успешного выполнения другой задачи, а именно: не допустить падения шара, который при неправильном выборе ключа

(из ряда других, соответствующих различным положениям кольца Ландольта) отрывался от электромагнита и падал. В результате упражнений, включенных в решение поставленной задачи, острота зрения повышалась до 207% (сравнительно с простым обычным определением остроты зрения в 1-й серии). Оказалось, что этот высокий уровень сохраняется длительный срок, а также переносится на различение других объектов и в других условиях. Эти же данные говорят о большом влиянии второй сигнальной системы на повышение уровня остроты зрения, подчеркивая ведущую роль коры в сенсибилизации зрительного рецептора.

Пространственное видение

Взаимодействие одновременных зрительных ощущений зависит не только от явления светового или цветового контраста, но и пространственных условий видения (соотношения величины объекта и фона, расстояния между ними, расстояния от них до наблюдателя и т. д.).

С рядом особенностей зрения, отражающих пространственный характер движения, света и освещенных тел в окружающей среде, мы уже встречались ранее. К ним относятся: поле зрения, угол зрения, острота зрения. Эти пространственные особенности зрительных ощущений важны для понимания закономерностей изменения светоощущений и цветоощущений, т. е. отражения природы самого света.

Но исключительное познавательное значение зрительных ощущений заключается в том, что через дробление (анализ) и воссоединение, обобщение (синтез) оптических свойств предметов внешнего мира они дают нам знание о пространстве как об одной из основных форм существования материи и каждого отдельного внешнего тела и явления.

Эти чувственные знания о пространстве не прирожденны так же, как и зрительные ощущения вообще. Зрительное отражение пространства вырабатывается постепенно в процессе индивидуального развития, причем эта выработка носит условнорефлекторный характер. Между отдельными зрительными ощущениями от различных точек одного и того же предмета замыкается временная связь, воспроизводящая пространственное расположение этих точек на поверхности воздействующего освещенного тела. Результатом такой временной связи является поле зрения, т. е. объем видимого в данный момент пространства, а также интенсивность ощущения, зависящая от площади раздражения световым потоком сетчатой оболочки глаза.

Но глаз не является неподвижным органом. Напротив, это

наиболее подвижный из всех рецепторных аппаратов. Движения глаза являются механизмом перемещения взора, непрерывного изменения соотношения линий зрительных осей, обусловливающих изображение предмета на сетчатке. Эти движения глаза разнообразны. Они состоят из движений глазного яблока, имеют решающее значение для определения пространственных координат предмета, особенно путем перемещения линии взора по горизонтали и вертикали (высоте и широте объекта). Во внутренней среде глазного яблока особую роль играют движения хрусталика, изменяющего кривизну своей поверхности и ее форму при различных пространственных условиях видения. Движение хрусталика в виде аккомодации имеет очень важное значение при относительно устойчивой линии взора, фиксирующего пространственное положение объектов.

Совместная работа глаз формируется в индивидуальном опыте ребенка и носит типичный условнорефлекторный характер. Можно сказать, что с момента образования содружественных движений глаз нормальное видение всегда осуществляется бинокулярно, т. е. обоими глазами. С этого момента глаза взаимозависимы, а работа каждого из них относительна к другому.

Можно предполагать, что содружественные движения мышц обоих глазных яблок являются целостной двигательной реакцией, корковый механизм которых возникает в результате замыкания временных связей между возбуждениями от сетчаток обоих глаз. Этим, вероятно, объясняется более позднее формирование содружественных движений глаз сравнительно с изолированной реакцией на свет каждого глаза ребенка.

Следовательно, в процессе взаимодействия на зрительные рецепторы световых лучей и освещаемых ими внешних предметов замыкаются временные связи не только между отдельными свето- и цветоощущениями, но и между группами этих ощущений, с одной стороны, и движениями глаз, с другой стороны. Но движения глаз, как и движения вообще, неразрывно связаны с ощущениями движений (мышечными ощущениями или кинестезией). Эти ощущения являются как бы мозговым анализом совершаемых глазом движений. На основе этих ощущений мозг корректирует, исправляет и уточняет регулирование движений, так как от чувствительных клеток и волокон мышц посылаются импульсы вновь в кору головного мозга.

Важно отметить, однако, что зрительный и глазодвигательные нервы раздельны и раздельно проводят в кору световые и кинестетические возбуждения. Особенно следует подчеркнуть, что в кору проводятся эти возбуждения по парным

нервам (зрительным и глазодвигательным) в оба полушария головного мозга. Перекрест этих нервов ниже больших полушарий обусловливает то обстоятельство, что *каждое* из полушарий головного мозга так или иначе обусловливает деятельность *обоих глаз*, что было показано ясно в отношении полей зрения.

Совместная работа обоих глаз, обоих зрительных и обоих глазодвигательных нервов и обоих полушарий головного мозга свидетельствует о том, что *в основе зрительных ощущений* лежит *сложный системный нервный механизм*. Световой анализатор является как бы двуединым, состоящим из пар неразрывно взаимосвязанных одноименных рецепторов, нервов и мозговых концов анализатора. Ядра и рассеянные элементы зрительного анализатора относительно симметрично расположены в обоих полушариях, регулируя деятельность обоих глаз.

Исследования павловской школы показали, что при нарушениях целости зрительного анализатора возможна его работа и в пределах одного полушария головного мозга. При поражениях одного из полушарий сохраняется анализ *интенсивности* световых раздражителей (т. е. светоощущение), частично сохраняется поле зрения с выпадением лишь соответствующих частей полей зрения обоих глаз. При сохранении ядра зрительного анализатора в каждом отдельном полушарии сохраняется и функция предметного зрения, т. е. отражения контура предмета, воздействующего на глаз. Иначе говоря, одна из частей зрительного анализатора может работать самостоятельно, частично возмещая функции нарушенного полушария.

Как уже отмечалось в единственном случае при рассечении путей между полушариями, описанном Быковым, ни одно из полушарий само по себе не нарушалось, разрушалась лишь комиссуральная связь между ними. Оказалось, что у такой собаки (после операционного периода) сохранилась дифференцировка силы световых раздражителей, «световое ощущение» (дифференцировка предметов), «предметное зрение», по Павлову. После уничтожения связи между обоими полушариями уже невозможен был перенос условных рефлексов с одной стороны на другую, но каждое отдельное полушарие относительно нормально продолжало выполнять зрительные функции.

В опытах Быкова мы имеем поразительный случай раздельной и независимой деятельности *двух* зрительных анализаторов. Но эта двойная и раздельная работа зрительных анализаторов исключила возможность сложного пространственного различения. Собака с перерезанным мозолистым телом

не могла выработать дифференцировку на расстояние предмета, т. е. его пространственное положение. Можно предполагать, что двуединство зрительного анализатора выработалось в качестве специального и совершенного приспособления именно к пространственным условиям существования организма во внешней среде. В этом смысле оно является *высшим* корковым приспособлением к имеющимся условиям жизни именно в связи с тем, что высшие животные организмы перемещаются по пространству в разных направлениях. Чем выше животный организм по уровню своей нервной организации, тем более широким становится для него пространство окружающего мира. Расширение диапазона ориентировки в пространстве окружающего мира перестраивает и дифференцировку пространственных признаков и отношений между предметами внешнего мира.

Ранее было показано, что ряд пространственных особенностей зрения (поле зрения, угол зрения, острота зрения) включен в любой акт хроматического или ахроматического зрения. Но все эти пространственные особенности зрения имеют место как при одиночном, так и при совместном зрении обоими глазами. При одиночном (монокулярном) зрении изображение предмета носит плоскостной характер, т. е. имеет два измерения (в высоту и в ширину). При этом такое плоскостное изображение осуществляется при участии глазных мышц. Что же вносит новое содружественное движение глаз, о котором говорилось раньше? Как показывают исследования, содружественное движение глаз имеет большое значение для выделения третьего измерения пространства, т. е. глубины пространства. При фиксации обоими глазами известного объекта, находящегося вдали, позади других предметов или при анализе глубины пространства самого предмета большую роль играет конвергенция, или сведение зрительных осей обоих глаз. Конвергенция имеет место при приближении объекта. При удалении объекта имеет место дивергенция, или разведение зрительных осей. Явления конвергенции и дивергенции связаны с аккомодацией. Известно, что аккомодация усиливается при фиксировании близких предметов, ослабляется при удалении предметов или наблюдателя от предметов.

Конвергенция и дивергенция зависят от коркового взаимодействия обеих частей зрительных анализаторов. Но это взаимодействие двух мозговых концов единого зрительного анализатора далеко не сводится к организации и регуляции содружественных движений глаз.

Установлено, что конвергенция является незначительной не только при расстоянии наблюдателя от объекта, прибли-

жающемся к 450 *м* (после чего она уже совершенно не имеет места), но и на значительно более близком расстоянии. Еще более ограниченными в дифференцировке расстояний оказываются аккомодационные усилия, прекращающиеся при фиксации предметов на расстояниях, превышающих 2—3 *м*.

Между тем человек способен различать глубину (рельефность) воспринимаемых предметов и занимаемого ими пространства на расстояниях до 1300—2600 *м* (в зависимости от упражненности глубинного зрения).

По данным Гассовского и Никольской, величина порога глубинных ощущений является очень малой (в среднем 10—12 угловых секунд). Эта малая величина порога ощущений глубины никак не может быть объяснением изменения зрительных осей или аккомодации, имеющих значение лишь для дифференцировки глубины фиксации предметов на небольших и средних расстояниях. Между тем для человеческого зрения характерна его приспособленность именно к дальним расстояниям. Чем же она может быть объяснена, если именно для дальних расстояний уже недействительными являются факторы конвергенции и аккомодации?

Из предшествующего видно, что факторы конвергенции и аккомодации, принимающие участие в глубинных ощущениях, еще недостаточны для объяснения механизмов этих ощущений.

Рассмотрим, в какой мере диспаратность изображения на обеих сетчатках может служить исчерпывающим объяснением механизма пространственного зрения, т. е. объемного трехмерного изображения.

Физиология зрения учит, что при фиксации обоими глазами дальних объектов (например, звезд на небе) имеют место *параллельно направленные* зрительные линии обоих глаз. При этом изображения удаленных объектов видятся нами в одних и тех же местах пространства независимо от того, имеются ли эти изображения только на левом, только на правом глазу или одновременно на обоих глазах. Этот факт свидетельствует о том, что имеется известное физиологическое соответствие между определенными симметрично расположенными точками сетчаток обоих глаз. Эти симметрично расположенные точки сетчаток обоих глаз носят название *корреспондирующих точек*. Их возбуждение, как раздельное, так и особенно совместное, создает ощущение *одного объекта*, при действии одного объекта на оба глаза одновременно. Но совместное возбуждение корреспондирующих точек, определяя ощущение одного объекта (т. е. тождественность изображения двух сетчаток одному объекту), дает лишь *плоскостное изображение одного объекта*.

Корреспондирующие точки обеих сетчаток точно соответствуют симметрично расположенным точкам пространства внешнего мира. Совокупность всех точек пространства, отражающихся в виде связей возбуждения корреспондирующих точек, называется *гороптером*. По определению Ухтомского, гороптер есть геометрическое место точек, видимых одиночно в условиях монокулярного зрения, т. е. дающих изображение на соответствующих местах сетчатки (см. рис. 12).

Для разных положений глаз гороптер имеет различную форму. Образование гороптера связано со специальными оптическими рефлексами, которыми, по Ухтомскому, являются: а) установка глаз на удержание предмета в поле наиболее ясного видения или рефлекторное подведение под входящий в глаз пучок света области центральной ямки сетчатки, б) установка глаз на удержание предмета на корреспондирующих точках обеих сетчаток посредством рефлекторных актов конвергенции и аккомодации по отношению к фиксирующему объекту.

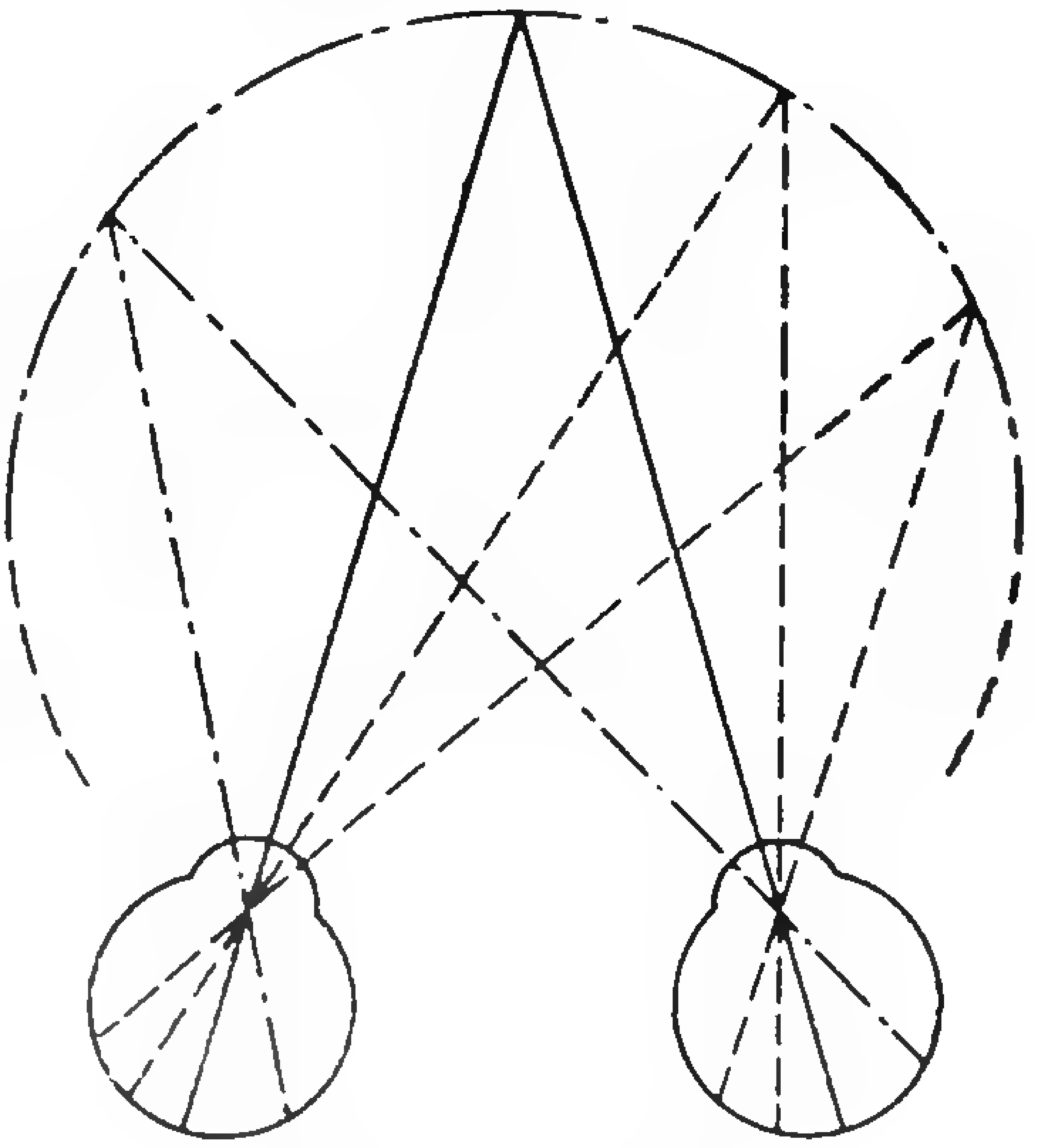

Рис 12 Гороптер.

Образование одиночного изображения одного предмета на обеих сетчатках возможно лишь при тождестве углов зрения обоих глаз благодаря одновременному возбуждению корреспондирующих точек сетчаток.

Плоскостное изображение *одиночного предмета* при видении двумя глазами возможно благодаря равенству углов зрения обоих глаз.

При известных условиях два одинаковых предмета будут видеться как *одиночный* предмет. Это обычное явление опять-таки имеет место, когда мы рассматриваем в стереоскоп двумя глазами две плоские геометрические фигуры. Когда призмы наводят лучи на соответственные точки сетчатки, предметы перестают двигаться и воспринимаются как *одиночный* предмет.

Следовательно, периферический механизм плоскостного изображения одиночного предмета в бинокулярном зрении

или даже одиночного изображения двух отдельных тождественных предметов заключен в одновременном возбуждении корреспондирующих точек сетчатки.

Плоскостное изображение предмета возникает, однако, не только при бинокулярном зрении (обоими глазами), но и при монокулярном зрении (каждым из глаз в отдельности). При бинокулярном зрении это изображение становится более точным и ярким, но качественно не изменяется по сравнению с монокулярным зрением. Тем не менее механизм образования бинокулярного плоскостного изображения сложнее ввиду возникающих оптических рефлексов на раздражение корреспондирующих точек обеих сетчаток.

Все сказанное важно для понимания бинокулярного зрения, но не объясняет нам механизма рельефного, объемного изображения посредством ощущений глубины видимого пространства.

Для понимания именно этого механизма важно рассмотреть те случаи, когда раздражаются несоответственные или диспаратные точки обеих сетчаток. В одном из этих случаев бинокулярное зрение дизассоциируется, т. е. раздваивается, в другом — бинокулярное зрение становится глубинным, порождая ощущение объемности и рельефности видимого предмета.

С одновременным возбуждением диспаратных точек связаны, таким образом, как двоение, препятствующее целостности восприятия даже обоими глазами плоскостного изображения одного предмета, так и глубинность пространственного различения, являющаяся самой сложной формой зрительной ориентации в пространстве. Рассмотрим условия «двоения», или дизассоциации бинокулярного зрения. Расположим две спицы (или карандаша) *a* и *b* на горизонтальной линии взора (от средней плоскости головы) с таким расчетом, чтобы расстояние от спицы *b* до спицы *a* было 15–20 *см*. При фиксации взором дальней спицы *a* мы будем видеть ближнюю спицу *b*. Однако именно эта, не фиксирующая ближний объект, начнет двоиться, причем это двоение будет носить колебательный или мерцательный характер, а именно — *левое* изображение видится *правым* глазом, а *правое* — *левым* (см. рис. 13).

Происходит это потому, что изображение от ближней спицы *b* падает на диспаратные части сетчаток (в левом глазу — влево, а в правом — вправо от центральной ямки сетчатки). Такого рода двойственные изображения носят поэтому название разноименных.

Двойственные изображения при раздражении диспаратных точек могут быть и одноименными. Они возникают в обратном случае, когда фиксируется *ближняя* точка, а двоение

будет наблюдаться в отношении дальней точки. Продолжим опыт. Будем фиксировать ближнюю спицу *b*. В поле зрения одновременно находится дальняя спица *c*, но она будет раздваиваться с той или иной степенью разностно. Но характер двоения в этом случае будет иным, а именно — одноименным. *Правый* глаз будет видеть *правое* изображение, а *левый* глаз — *левое* изображение (см. рис. 14).

В данном случае раздражение, падающее на сетчатку влево от центральной ямки, мы относим к предметам, находящимся вправо от фиксируемой точки, и наоборот.

Следовательно, одновременное раздражение диспаратных точек в определенных случаях препятствует образованию плоскостного изображения одиночного предмета. Однако

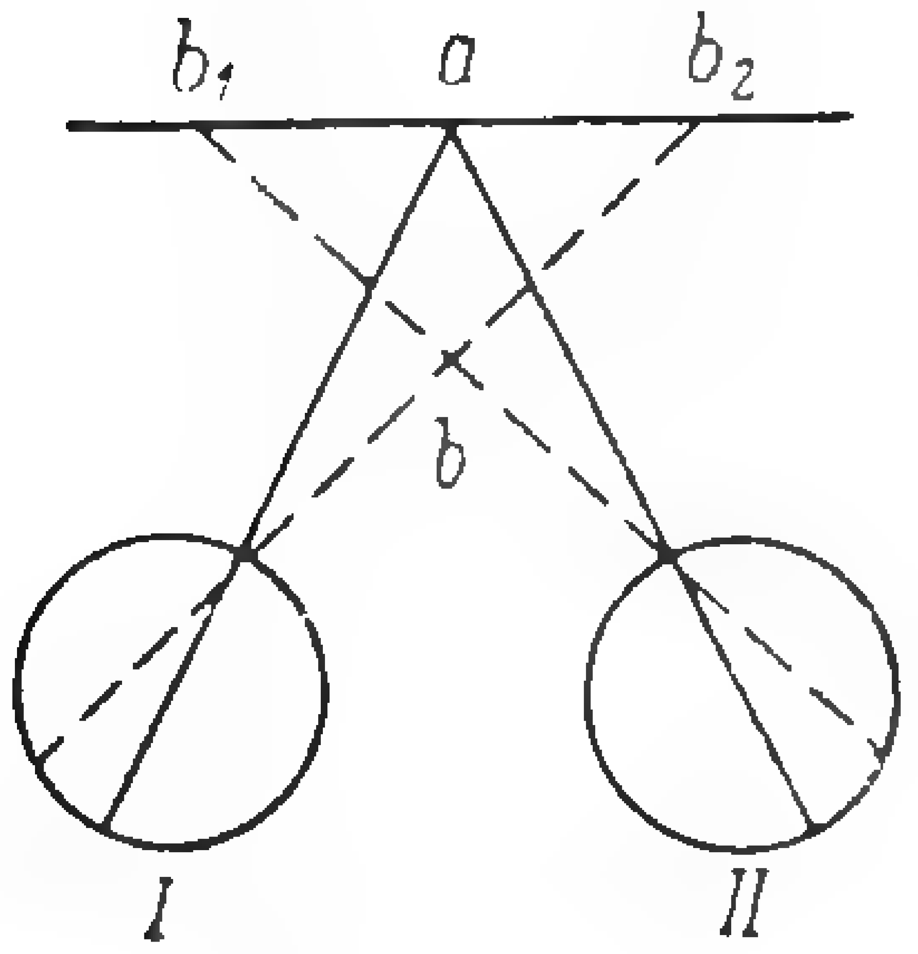

Рис. 13. Разноименные двойственные изображения.

а — дальняя спица; *в* — ближняя спица; $в_1$, $в_2$ — изображения. *I* — левый глаз; *II* — правый глаз.

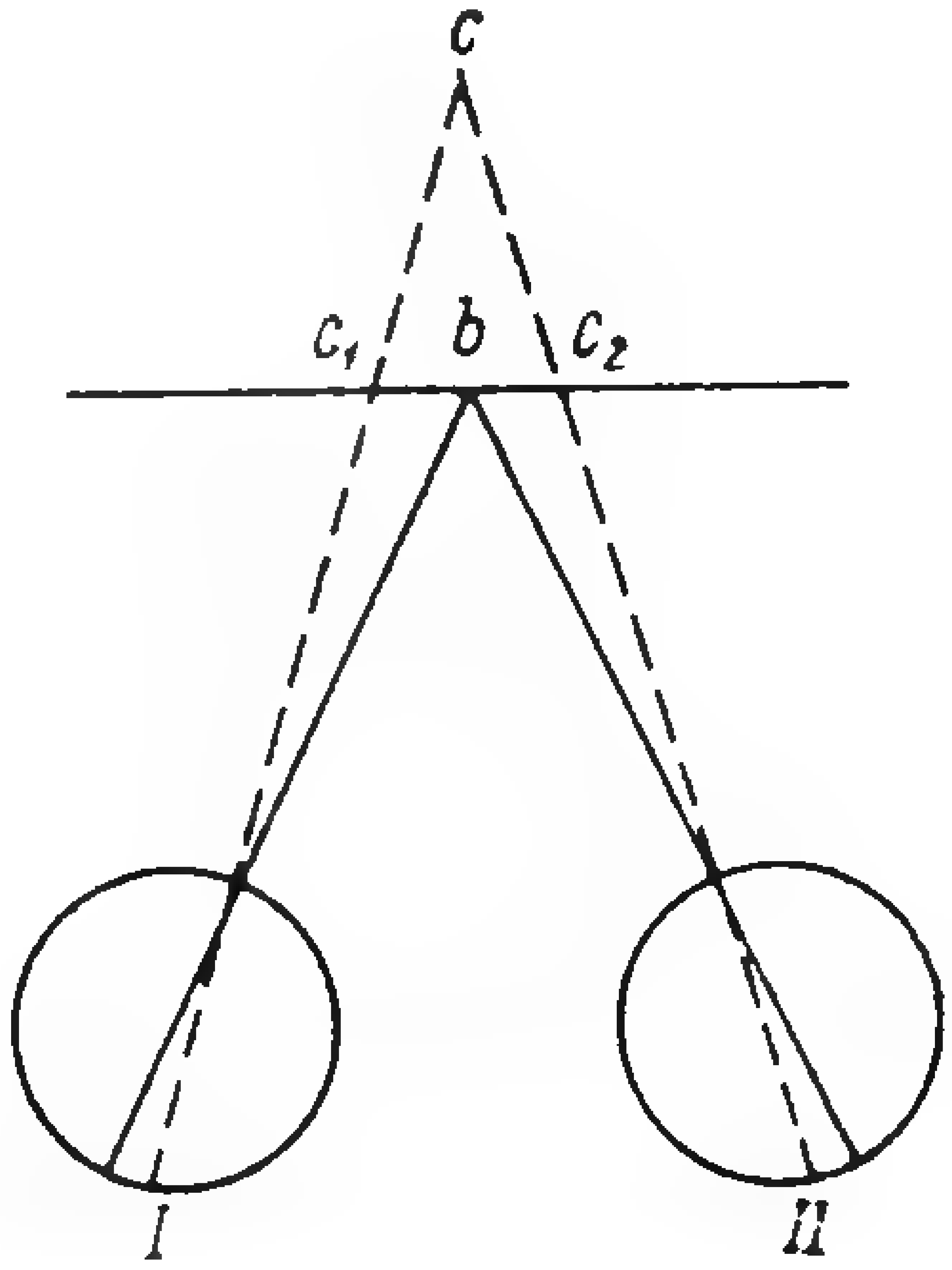

Рис. 14. Одноименные двойственные изображения.

в — ближняя спица; *с* — дальняя спица; c_1 и c_2 — изображения. *I* — левый глаз; *II* — правый глаз.

«двоение» или двойственное изображение имеет не только периферический механизм в раздражении диспаратных точек обеих сетчаток. Решающее значение имеет корковый механизм, проявляющийся в борьбе полей зрения при бинокулярном зрении.

Если мы будем рассматривать в стереоскоп незначительно отличающиеся друг от друга плоские геометрические фигуры, то даже при раздражении корреспондирующих точек обеих сетчаток будет наблюдаться борьба полей зрения, т. е. попеременное торможение то одного, то другого образа. Эта борьба полей зрения будет усиливаться с увеличением конт-

растности объединяемых в бинокулярном поле зрения фигур.

Если одна из наблюдаемых в стереоскоп фигур более контурирована, чем другая, то более контурированная тормозит впечатление от другой, менее контурированной. Если различны фоны для каждой из наблюдаемых в стереоскоп фигур, то преобладает поле зрения той стороны, где бо́льшая контрастность между светлотой фона и фиксируемой фигурой и т. д.

Нетрудно заметить разницу между двоением одиночного предмета, когда мы одновременно воспринимаем два предмета, удаленных друг от друга вглубь, и борьбой полей зрения при одновременном видении находящихся в одинаковой плоскости наблюдения. В первом случае человек фиксирует один объект, причем видит его правильно, т. е. как один объект, а раздваивается побочный объект в поле зрения. Во втором случае (в стереоскопе) глаза фиксируют два предмета, хотя бы и подобные, а слияние не происходит вовсе или является временным состоянием потому, что кора головного мозга рефлекторно препятствует неправильному отражению, каким становится одиночное изображение двух раздельных предметов. Работа коры головного мозга и проявляется в форме борьбы двух возбуждений с правого и левого глаза. Столкновение обоих процессов возбуждения порождает торможение в мозговом конце зрительного анализатора. Контрастные условия усиливают этот процесс взаимного торможения, а вместе с тем по закону положительной индукции торможение одной стороны зрительного анализатора усиливает очаг возбуждения в другой стороне двуединого зрительного анализатора. Борьба полей зрения и явление двойственности изображения возникают у нормального человека в определенных условиях. За пределами рассмотренных выше условий они не имеют места. Но эти же явления могут возникнуть у нормального человека под влиянием алкоголя, отравления гашишем, мескалином и другими ядами. Действие этих веществ тормозит деятельность коры головного мозга и растормаживает функции нижележащих отделов центральной нервной системы. При общем торможении всей коры, в том числе и мозговых концов зрительного анализатора, происходит дизассоциация бинокулярного зрения. Отсюда можно сделать вывод о том, что нормальное взаимодействие возбуждения и торможения в коре головного мозга есть необходимое условие целостности бинокулярного зрения, в том числе и образование единого плоскостного изображения одного предмета. Это положение подтверждается клиническими наблюдениями над людьми с поражениями коры головного мозга (при органических заболеваниях головного мозга). После тяжелых контузий (уши-

бов) и коммоций (сотрясений) головного мозга часто наблюдаются явления двоения: с одной стороны — как результат борьбы полей зрения, а с другой — как следствие раздражения не диспаратных, а корреспондирующих точек обеих сетчаток.

Очевидно, тем большую роль должна играть кора головного мозга в образовании целостного и рельефного (а не плоскостного) изображения. В этом случае мы имеем не только единый, целостный образ одиночного предмета, но притом и весьма совершенный, так как отражаются как высота и ширина, так и глубина, рельефность и объемность предмета.

Если мы будем фиксировать объект *a*, то объект *b*, лежащий ближе сбоку по сравнению с *a*, будет раздражать диспаратные точки b_1 и b_2 (рис. 15). В этом случае диспаратность будет одноименной (так как изображение *b* падает слева от центральной ямки), и объект *b* кажется уже не двоящимся, но находящимся ближе и впереди *a*. Если при этом в поле зрения находится наиболее дальний объект *c*, то он будет видеться соответственно лежащим дальше *a* и также не будет двоиться. В этом опыте имеют место раздражения диспаратных точек, но несоответствие раздражаемых точек не чрезмерно, это *умеренная диспаратность изображения*. Кроме того, в этом случае умеренное несоответствие носит также односторонний характер, так как в обоих глазах раздражения падают только на левые или только на правые половины обеих сетчаток.

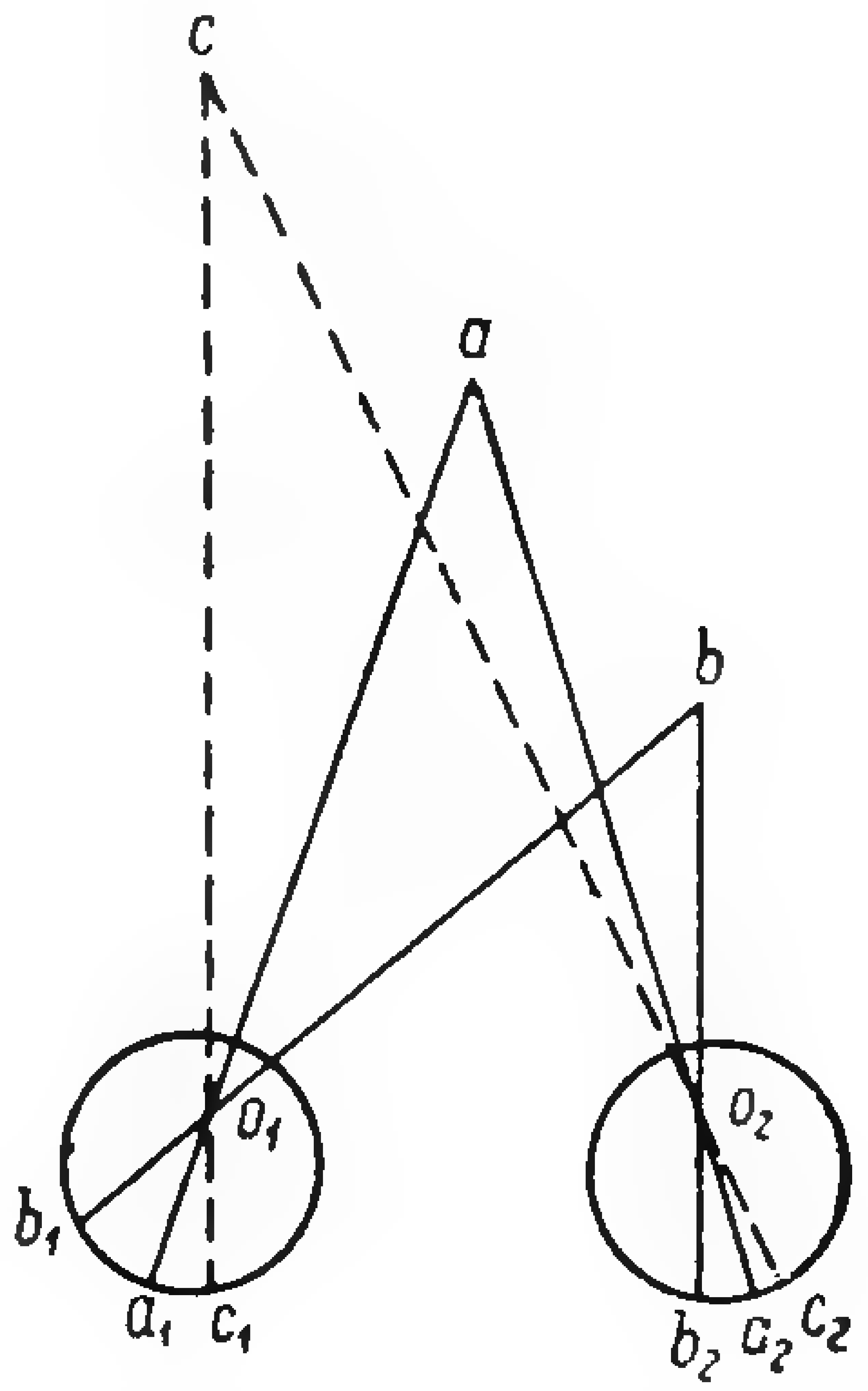

Рис. 15. Одностороннее несоответствие раздражаемых мест сетчатки (объяснения в тексте).

Умеренная диспаратность раздражений обеих сетчаток сочетается с изменением конвергенции зрительных осей при переносе их с переднего на задний план (или наоборот) видимого предмета. Представим, что перед нами куб, построенный из проволоки с таким расчетом, чтобы можно было свободно обозревать и задний план стереометрического тела. Пока мы будем фиксировать передний план, задний план будет двоиться, при переносе конвергенции на задний план двоение будет отмечаться в отношении переднего плана. Это двоение, возникающее при переносе конвергенции с одного плана на другой, будет устраняться благо-

даря образующейся в этом процессе временной связи между ощущениями разностности расстояния. Ощущение глубины образуется на основе замыкаемых временных связей между умеренным диспаратным раздражением обеих сетчаток и повторяющимся сведением зрительных осей обоих глаз (в пределах до 450 *м* расстояния от наблюдателя до фиксируемого предмета). При фиксации дальних объектов умеренная диспаратность раздражений сочетается уже не с самими конвергентными установками глаз, а с их следами, сохранившимися в условнорефлекторном механизме глубинного ощущения.

Ощущение глубины заключается, как можно судить, в отражении разностности расстояния между двумя объектами или между передним и задним планом одного и того же объемного тела. Ощущение глубины видимого пространства представляет собой анализ переднего и заднего плана объекта, т. е. отражение проекционных отношений видимого пространства. Будет ли предмет казаться ближе или дальше фиксируемой точки (или плана объекта), зависит от знака бинокулярного параллакса. Под бинокулярным параллаксом разумеется кажущееся перспективное смещение рассматриваемого объекта, вызванное изменением точки бинокулярного наблюдения.

Величина угла бинокулярного параллакса определяет относительную удаленность объектов. Но этим не исчерпывается еще особенность бинокулярного параллакса. Другой особенностью является положение угла бинокулярного параллакса. При височном расположении угла имеет место соответствие меньшей удаленности, при носовом положении — большей удаленности объекта.

Наименьший угол бинокулярного параллакса, образуемый разноудаленными точками, является *порогом ощущений глубины*, по которому определяется абсолютная чувствительность к отражению глубины пространства. Чем меньший угол бинокулярного параллакса может быть ощущаем, тем выше уровень этой чувствительности глубинного зрения.

Однако бинокулярный параллакс и определяемый им порог глубинного зрения нельзя объяснить периферическими механизмами диспаратности раздражения обеих сетчаток и конвергенцией. Больше того, сами эти явления периферического порядка обусловлены корковой деятельностью. Об этом свидетельствует, в частности, факт развития глубинного зрения. Дубинская экспериментально установила, что наибольший рост глубинного зрения падает на возрасты от 7 до 15 лет, т. е. на основные возрасты обучения в школе. Развитие наблюдения в процессе обучения, овладение основами

геометрического знания, навыками изображения проекционных отношений в рисовании и т. д. впервые активно развивают у детей пространственное зрение. Еще Сеченовым было доказано, что пространственное зрение *измерительно* по своему характеру. Зрительное ощущение глубины пространства неразрывно связано *с оценкой расстояния* между видимыми предметами, с количественным видением этих расстояний.

Сеченов писал: «Чтобы выучиться этой форме зрения, человек ненамеренно, не сознавая того, что он делает, пускает в ход те самые приемы, которые употребляет топограф или землемер, когда снимает на план различно удаленные от него пункты местности».[15] Вместо угломеров будут использоваться способные вращаться от виска к носу и обратно глаза. При этом человек, подобно топографу, мерит углы между образующимися зрительными линиями при конвергенции, но только не градусами, а мышечным чувством, связанным с передвижением глаз. Точность этих чувственных измерений будет приблизительной, но она неизменно возрастает в процессе упражнения и достигает в конце концов высокого уровня.

Глубинное ощущение — основа глазомера или глазомерной съемки на план воспринимаемого пространственного поля. Бинокулярный параллакс есть «в сущности прием геометрический, только с употреблением менее точного глазомера, чем при съемке местности. Кто верит в непреложность результатов геометрического построения, должен будет согласиться, что и в отношении только что разобранного вопроса глаз воспроизводит действительность приблизительно верно».[16]

Понятно поэтому, что глубинное зрение возникает позже остальных форм зрительных ощущений, на их основе опираясь на уже сложившиеся знания о предметах и их оптических свойствах. Решающую роль в этом развитии играют знания и навыки в области геометрии, а еще ранее этих геометрических знаний и навыков — изображение предмета в трех измерениях посредством рисования.

В силу измерительного характера глубинного зрения оно не останавливается в своем развитии на уровне, достигнутом в 15-летнем возрасте. Сравнение данных глубинного зрения подростков и взрослых доктором Коробко ясно говорит о дальнейшем совершенствовании глубинного зрения (см. табл. 3).

С возрастом развивается дальнейшее уточнение функции глубинного зрения, причем в большей степени растет глубинное зрение для относительной близи, чем для большей дальности, а также больше возрастает острота глубинного зрения

[15] И. М. Сеченов. Избр. философск. и психолог. произв., стр. 336.
[16] Там же, стр. 338.

в отношении вертикальных объектов, нежели горизонтальных.

У взрослых острота глубинного зрения является наименее (сравнительно с детьми) постоянной величиной. Она является величиной переменной в зависимости от рода трудовой деятельности и объективных требований к глубинному зрению. Наибольшего развития глубинное зрение достигает у моряков, летчиков, артиллеристов, т. е. людей, деятельность которых необходимо требует дальномерной точности. В гражданской авиации, на автотранспорте, в производствах области точной механики, автоматики, в сборочных операциях в ряде производств, на текстильном производстве и т. д. в процессе труда высоко специализируется острота глубинного зрения, превосходя средние данные.

Таблица 3

Острота глубинного зрения у подростков и взрослых, в процентах (по данным Коробко)

Объекты	Подростки	Взрослые
Вертикальные		
вблизи	90,1	92,3
вдали	87,6	89,7
Горизонтальные		
вблизи	83,01	88,9
вдали	80	84,8

Следовательно, глубинное зрение является воспитуемым, формируемым качеством человеческого зрения, имеющим условнорефлекторный характер.

Известно, что анатомическим местом слияния возбуждений, поступающих в кору головного мозга от раздражений точек обеих сетчаток, является четвертый слой коры затылочной области, далее распадающийся на два слоя (*IVa*, *IVb*), между которыми находится слой *IVb* — геннариева полоса. Невроны этой полосы являются связующим звеном для неперекрещивающихся волокон зрительного нерва (приходящих в слой *IVa*) и перекрещивающихся волокон (приходящих в слой *IVc*). Как можно видеть на рис. 16, в геннариевой полосе связываются оба типа волокон, чем создается возможность корковой реакции возбуждения как от корреспондирующих, так и от диспаратных точек сетчатки.

Большое несоответствие сливаемых возбуждений (например, волокна *a* и c_1) вызывает ощущение двух раздельных объектов, но умеренное несоответствие (например, волокна *a*

и b_1) дает коре возможность судить об относительной удаленности переднего и заднего плана частей предмета.

Но эти морфологические предпосылки говорят лишь о возможности образования механизма глубинного зрения.

Наиболее важно то, что от обоих глаз поступают (в силу диспаратности раздражения) возбуждения неодинакового характера (по частоте нервных импульсов, силе раздражения, скорости проведения и т. д.). Поэтому имеет место не простая суммация возбуждений, а столкновение обоих возбуждений затылочной области больших полушарий головного мозга. В коре возникает определенная разность возбуждений в обоих полушариях головного мозга, а следовательно, и разное взаимоотношение между возбуждением и торможением в этих

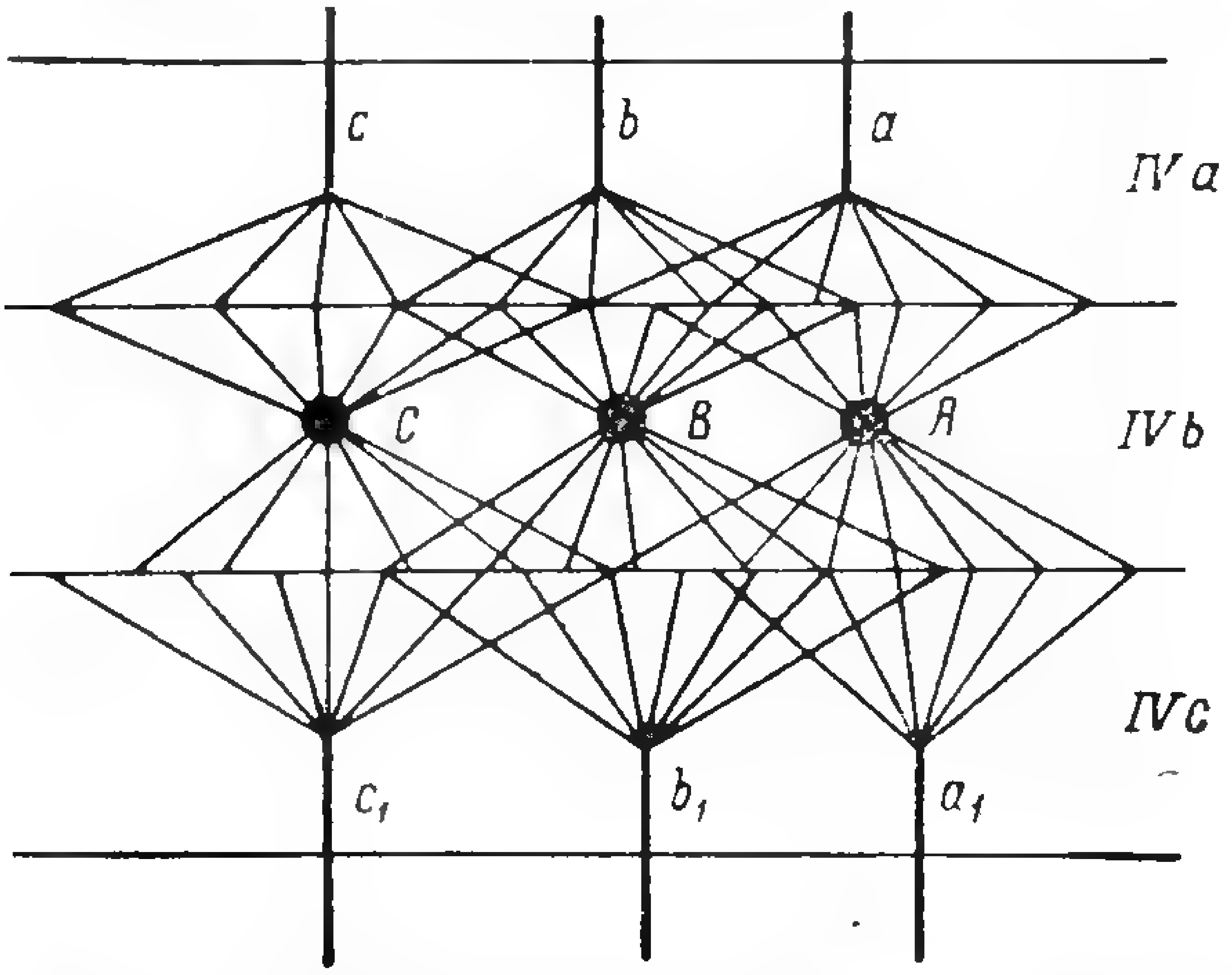

Рис. 16. Схема подразделений четвертого слоя коры мозга в области борозды птичьей шпоры (объяснения в тексте).

областях. Следствием является динамическое равновесие между обоими этими процессами в зрительном анализаторе, выражающемся в борьбе полей зрения, в непрерывных переходах от двоения к глубинному ощущению и обратно и т. д.

В отличие от господствующего в физиологической оптике направления, объясняющего глубинное зрение лишь периферическими причинами, Ухтомский считал факты глубинного зрения *«типичными условнорефлекторными реакциями»*.

Устанавливаемая прочная связь между ощупыванием рукой контура и объема (переднего и заднего плана особенно) предметов внешнего мира и перемещением *вслед за движениями ощупывающей руки* движений самих глаз носит условнорефлекторный характер. С раннего детства замыкается *прочная связь* между движениями рук и движениями глаз; на

основе этой связи ребенок учится *пространственно видеть*. Затем уже и без движений ощупывающих рук ребенок научается связывать зрительные ощущения и движения самих глаз.

В глубинном ощущении обнаруживается типичное проявление замыкающихся временных связей между осязательными, зрительными и моторными ощущениями. Следовательно, глубинное зрение в своей основе имеет *синтез* ряда ощущений, обеспечивающий возможность *анализа* расстояний, объемности и рельефности видимых тел.

Необходим длительный путь развития временных связей для того, чтобы от осязательно-зрительно-двигательного отражения глубины пространства человек мог перейти к собственно-зрительному распознаванию расстояний между предметами в поле зрения. Затем на этой условнорефлекторной основе возможно воспроизведение третьего измерения даже при восприятии плоскостного изображения (в стереометрии или в особенности при восприятии изображенной на картинах перспективы). Пространственное зрение, имея в своей основе глубинные ощущения, ими не ограничивается. Исключительную роль в пространственном зрении играет связь, устанавливаемая между всеми тремя измерениями пространства (высотой, широтой, глубиной). Эта устанавливаемая временная связь между основными пространственными координатами определяет следующие три основных порога пространственного видения: 1) видение на расстоянии нерасчлененного пятна, контуры которого расплывчаты и сливаются с окружающим фоном (порог нерасчлененного видения, или minimum visibile), 2) расчлененное видение на расстоянии промежутка между двумя объектами и вычленение контура предмета относительно к окружающему фону (порог расчлененного видения, или minimum separabile), 3) узнавание предмета, т. е. определение его качества, назначения, сходства и различия с известными по опыту другими предметами (minimum cognoscibile).

В процессе наблюдения за видимыми предметами в пространстве один порог сменяется другим. Таким образом, наблюдая, человек все глубже и точнее познает предметы в их пространственных соотношениях. Смена порогов пространственного видения в процессе наблюдения свидетельствует о переходе от ощущений к восприятиям в *едином* процессе, о постепенном усложнении и уточнении процесса чувственного отражения действительности. Для анализа зрительных ощущений особенное значение имеет характер и скорость *перехода от нерасчлененного к расчлененному видению предметов*. В пределах minimum separabile происходят многообразные и сложные изменения зрительных образов. К ним отно-

сятся, как показала Александрова, изменения соотношений между пространственными координатами вычленяемого из окружающего пространства предмета. Вычленение верха и низа, правой и левой сторон, отдельных частей происходит неравномерно. В каждом случае человек заново устанавливает связи между этими сторонами и пространственными координатами предметов в его отношении к фону и к самому наблюдателю.

В динамике зрительных ощущений в процессе пространственного видения отражается координатная система предмета и его пространственных связей. Изменение зрительных ощущений в процессе перехода от одного порога к другому зависит от угла зрения. С увеличением угла зрения ускоряется процесс адекватного отражения предмета.

Психология обязана Сеченову тем, что он впервые с материалистических позиций объяснил процесс пространственного видения. В отличие от идеалистов-физиологов и психологов, исходивших из того, что пространство есть будто бы категория сознания, которая привносится во внешний мир, организуя «хаос» его явлений, Сеченов принимал положение о том, что пространство не измышляется человеческой головой, не конструируется сознанием, а объективно существует, отражаясь в сознании параллельно зрением и осязанием.

Отражение предметов неразрывно связано с отражением их пространственных признаков и отношений, а пространственные отношения не существуют вне материальных тел, которые относятся друг к другу в виде системы пространственных координат. Любое восприятие *предмета* как совокупности зрительных ощущений всегда включено в процесс пространственного видения. Исходным моментом отражения предмета является, по Сеченову, *контур* предмета, т. е. отделенность по известным граням от окружающего фона; однако контур характеризует не только данный предмет, но и его пространственное отношение к другим предметам. Форма предмета (особенно соразмерность или несоразмерность составляющих его частей, симметричность или несимметричность их расположения), величина предмета, положение в пространстве (по отношению к вертикальной и горизонтальной плоскости), соотношение в предмете переднего и заднего плана, вообще всех трех измерений пространства и т. д. неразрывно связаны с телесностью самого предмета (качеством поверхности, строением, формами вещества, весом, формой движения и т. д.).

Поэтому пространственное зрение есть не только отражение пространственных отношений между предметами, но и пространственных признаков *самого предмета.*

Смена порогов пространственного видения показывает по-

стоянное приближение процесса отражения к действительности в зависимости от объективных условий. Одним из них является изменение угла зрения, влияющего на динамику пространственного видения, связанного с движением тел в пространстве, с перемещением наблюдаемого объекта или самого наблюдателя с целью выбора наиболее удобных позиций наблюдения и одновременно фиксируемого объекта и наблюдателя.

В связи с фактором *движения* тел в пространстве, в пространственном видении явственно выступает и фактор *времени,* так как *прохождение пути в пространстве* осуществляется во времени. Особенно большое значение в пространственном видении летчиков, моряков и других имеет, как подчеркивает Коробко, именно фактор времени ввиду необходимости *срочно* соотносить необходимое действие (управление самолетом, кораблем, прицелом орудия и т. д.) с устанавливаемым зрением пространственным положением объектов. Важность подобной *срочности* условнорефлекторных реакций в условиях ориентировки в пространстве подчеркивал Ухтомский.

Для построения плоскостных и объемных изображений весьма важно *направление* пространственного видения. Направление определяется как местом его изображения на сетчатке (в поле зрения), так и положением нашего тела, головы и глаз по отношению к окружающим нас предметам внешнего мира.

Для человека характерно вертикальное положение его тела (при ходьбе, работе, стоя и сидя) по отношению к горизонтальной плоскости земли. Это положение, созданное общественно-трудовой природой человека, является исходным для определения направления, в котором человек распознает окружающие предметы.

Характерно, что на пороге расчлененного видения человек прежде всего вычленяет в контуре *верх* фигуры, от которой дифференцирует правую сторону фигуры, а затем ее основание. Но так происходит не только в образовании плоскостного изображения. В процессе образования рельефного, объемного изображения имеет большое значение большая острота глубинного зрения для близи и дали по вертикали, а не горизонтали. В связи с этим понятно, какую большую роль в пространственном видении играют не только кинестетические ощущения движений глаз и движений ощупывающих рук, но и всего тела (ощущение равновесия или положения тела, т. е. статическое ощущение). Роль этих ощущений в пространственной ориентировке впервые была установлена крупным русским ученым Бехтеревым. В дальнейшем Ухтомский показал, как образуются временные связи между общими установками

тела по отношению к горизонтальной плоскости и установками самих глаз при фиксации объекта в пространстве.

В нашей лаборатории получены интересные данные, подтверждающие это положение об исходной роли вертикального положения для определения визуального направления в пространственной ориентации. Голубева показала, что пространственная ориентация у ребенка на первом году жизни связана с постепенным переходом ребенка от лежачего (горизонтального) положения к вертильному положению (первоначально при положении сидя и стоя, а затем особенно при ходьбе). С этого момента ребенок начинает быстро и точно ориентироваться в пространстве и владеть установками не только рук, но и глаз.

Показательны данные Вороновой, полученные методом условных рефлексов при изучении детей с поражением опорно-двигательного аппарата. Объектом изучения были дети 10—12 лет, до лечения лишенные способности свободно передвигаться из-за этих поражений, лежавшие длительно в постели и крайне ограниченные в практическом овладении окружающим пространством. У этих детей вырабатывался условно-сосудистый рефлекс, причем условным раздражителем являлось пространственное положение сигнала. Оказалось, что эти дети легче дифференцируют *качество* сигналов (например, белый и красный цвет), нежели пространственное положение сигнала *одного и того же цвета.*

Дифференцировка пространственного положения сигналов давалась им нелегко, очевидно, в силу ограничения практической ориентации в пространстве.

В I серии вырабатывалась дифференцировка сигналов на правое и левое направление, во II серии — на верхнее и нижнее направление. Результаты опытов показали, что для этих детей значительно более трудным делом явилась дифференцировка не по горизонтали (левое — правое), а по вертикали (верх — низ).

Для человека, развивающегося нормально, практически овладевающего пространством в процессе ничем не ограниченного передвижения, развитие действительно идет от вертикального направления видения к горизонтальному.

У детей с поражением опорно-двигательного аппарата и ограничением практического опыта овладения пространством развитие идет в обратном направлении — от горизонтального направления к вертикальному.

Итак, на развитие пространственного видения влияет не только обучение и измерительная практика, не только взаимодействие зрения и деятельности, но и пространственное положение самого человеческого тела в окружающем его мире.

ГЛАВА V

СЛУХОВЫЕ ОЩУЩЕНИЯ

Звук и слух

Звук является одним из моментов взаимодействия различных тел с различной средой. Природа звука вообще непонятна вне взаимодействия тел и явлений внешнего мира.

Предмет является источником звука постольку, поскольку он приходит в колебательное состояние и движение под действием движущейся упругой среды, его окружающей. Возникшая в результате этого взаимодействия звуковая волна распространяется в условиях данной среды, отражая эти условия, равно как и среда отражает звуковые волны тем или иным способом. Лишь благодаря взаимодействию звучащего тела и данной физической среды звук воздействует на слуховой рецептор, превращаясь в нем в нервный процесс, а затем в слуховом анализаторе в слуховое ощущение.

Слуховые ощущения представляют собой высший анализ звуковых волн различной частоты колебаний (высота звука), амплитуды колебаний (сила звука), формы звуковой волны (тембр звука). Все явления слуховых ощущений, следовательно, связаны с особенностями *звуковых волн*, возникающих вследствие колебаний источника звука в упругой среде. Эти колебания вызывают возмущение этой среды, которое распространяется в зависимости от ее природы. Акустика, т. е. раздел физики, изучающий природу звука, рассматривает звуковую волну как процесс постепенного возмущения в упругой среде, а область пространства, в которой происходит этот процесс, называется *звуковым полем*. Звуковая волна зависит от того, однородна или неоднородна материальная масса тела и среды, т. е. от характера ее молекулярного состава, а следовательно, от плотности и упругости движущихся материальных масс. Меньшая плотность среды является вместе с тем боль-

шей ее упругостью, благоприятствующей распространению звуковых волн, т. е. импульсов колеблющихся (вибрирующих) тел. Упругость, эластичность, гибкость, т. е. подвижность тел и среды способствует передаче звука, так как толчок, переданный одному ее концу, скорее передается на другой.

При исследовании скорости распространения звука в данной среде определяющим моментом является соотношение ее упругости и плотности. В твердых и жидких телах скорость звука большая, нежели в газообразных, вследствие более благоприятного соотношения в них упругости и плотности. При относительном постоянстве атмосферного давления упругость остается почти неизменной на определенном уровне, в то время как плотность изменяется в зависимости от температуры. Жидкие и газообразные тела обнаруживают изменения плотности в зависимости от незначительного колебания температуры, расширяясь от повышения ее и сжимаясь от понижения температуры. При расширении тела от повышения температуры масса вещества распределится на новый, больший объем, а следовательно, плотность его уменьшится. Поэтому распространение звуковых волн в воздухе зависит от температуры среды. Лишь звукопроводность твердых тел не изменяется под влиянием температурных изменений до тех пор, пока не изменится само состояние вещества.

Из всего этого ясно, в какой степени звуковая волна зависит от строения вещества тела и соотношения плотности и упругости звукопроводной среды. Материальность звука есть производное от материальной природы тела — источника звука и материальной среды.

Это производное, т. е. звуковая волна, изменяется по частоте колебаний (длине волн), размаху колебаний и их форме.

При равенстве температурных условий скорость звука остается величиной постоянной. При 0° С звук проходит в 1 *сек* приблизительно 330 *м*. С повышением температуры на 1° скорость увеличивается на 0,6 *м*. Постоянной скоростью распространения звука принято считать 342 *м* в 1 *сек* при температуре в 20° С. Ветер ускоряет или замедляет скорость звука в зависимости от направления. Поэтому, когда скорость ветра складывается со скоростью звука, звуковые волны преломляются к земной поверхности, а когда скорость ветра противодействует скорости звука, звуковые волны отклоняются от земли вверх. Многие явления при передаче звука на большие расстояния объясняются отклонением волн от прямолинейного направления вследствие неоднородности атмосферы. Снижение слышимости определяется относительным затуханием звуковых волн вследствие внутреннего трения (вязкости газа) и изменения теплопроводности. Вследствие поглощения волн

амплитуда их уменьшается по мере распространения (т. е. сила звука уменьшается). Вместе с вязкостью среды на затухание звуковых колебаний оказывает большое влияние изменение частоты звуковых волн. По мере возрастания частоты колебаний длина волн, а следовательно, расстояния между сгущениями и разряжением в волне уменьшаются.

Расстояние между двумя сгущениями и разряжением равно 342 *м*, а величина 393 *мм* называется длиной волны.

Высоким звукам соответствуют более короткие волны, низким звукам — более длинные волны. Длина волны с частотой в 100 *кол/сек* равна 340 *см*, длина волны с частотой в 500 *кол/сек* равна 69 *см*, а для частоты 4000 *кол/сек* будет равна 8,6 *см*. Чем больше колебаний в секунду, тем короче длина звуковой волны. Следовательно, *высота* звука определяется числом колебаний.

Человек ощущает слухом, т. е. адекватно отражает частоту колебаний волн от 16—20 до 20 000—22 000 колебаний (почти на протяжении 11 октав). Диапазон слухового различения звуковых волн значительно больший, чем световых волн. В этом обстоятельстве заложена одна из причин исключительного сигнального значения звуков для эволюции приспособления животных организмов к среде.

Звуковая волна представляет собой периодическое уплотнение и разряжение воздуха. При этом в поступательном движении воздушной звуковой волны отдельные частицы воздуха совершают полные колебательные движения, передающиеся от одной частицы звуковой волны к другой. Звуковые волны распространяются (расширяются) сфероидально, т. е. шарообразно. Поэтому звук можно слышать со всех сторон (сверху, снизу, спереди, сзади, с правой и с левой стороны). Эта форма распространения звука делает звук одним из наиболее сильных внешних воздействий на животный организм.

Звук принадлежит к числу сильнейших, хотя и кратковременно действующих безусловных раздражителей, а именно — раздражителей безусловного ориентировочного рефлекса, вызывающего специфическую двигательную реакцию поворота головы, перемещения тела и т. д. Сила звукового раздражителя при прочих равных условиях изучения условнорефлекторной деятельности сильнее действия силы световых раздражителей (Макарычев).

Сила звука заключается в амплитуде колебания источника звука (определенного тела) и соответственно частиц среды, проводящей звук. На число колебаний в единицу времени изменение амплитуды не влияет. Однако при увеличении амплитуды колебаний возрастает энергия колебаний, с чем связано большее воздействие их на органы слуха.

Силу звука измеряют количеством энергии, которую приносят звуковые волны в единицу времени на единицу поверхности, перпендикулярную к направлению распространения волны. Единицей силы звука считается 1 *эрг/сек · см*^{2}.

Звуковые волны по мере движения в пространстве теряют в интенсивности, так как импульс, вызвавший звуковую волну, обладает определенным запасом энергии, погашаемым сопротивлением среды, в которой он действует. Чем меньше расстояние между источником звука и органом слуха, тем больше амплитуда колебаний воздушных частиц, воздействующих на него (тем сильнее ощущение звука). Характерным именно для звука и его силы является резонанс в двух его разновидностях: совибраций и созвучий.

Вибрации некоторых источников звука не могут передаться настолько большим массам воздуха, чтобы вызвать ощущение звука большой силы. Если эти слабо звучащие тела (например, слабо звучащий камертон) соединить с большими поверхностями, которым передаются эти вибрации, то вибрации этих больших поверхностей (например, волокон деревянного стола) усиливают малые вибрации слабого звукового источника, усиливая его звук. Тела сложной формы и структуры (массы воздуха значительных объемов, твердые тела волокнистого строения и т. д.) способны вибрировать разнообразно, но соответственно звукам различной высоты. Но вибрация не превращается в звучание, а лишь усиливает звучание источника (совибрации). Звучащие резонаторы (струны, пластинки, мембраны, трубки и т. д.) отвечают на вибрации, соответствующие их строю, собственным звучанием. Следовательно, сила звука во многих случаях зависит именно от передачи вибрации звучащего тела другому вибрирующему или вибрирующе звучащему телу в окружающей среде.

Резонаторы усиливают энергию звуковой волны, амплитуду её колебаний, тем самым способствуя усилению слухового ощущения. Сила звука зависит также от преломления звуковой волны (при переходе из одной среды в другую, с непараллельными плоскостями), от отражения звука (от изогнутой поверхности среды звук отражается подобно свету в условии вогнутого зеркала, т. е. собирается в фокусе данной изогнутой поверхности). В некоторых случаях отраженная волна усиливает самый звук (в больших пустых помещениях) и вызывает особую разновидность резонанса, так называемое краткое эхо.

Звуки характеризуются, кроме скорости, частоты колебаний и длины волны, силы или амплитуды колебаний, также и формой колебаний.

То или другое сочетание частичных колебаний источника звука (род колебаний) определяет форму колебаний, от которой зависит тембр звука. Форма колебаний, следовательно, выражает внутреннее сочетание частичных колебаний всех отдельных моментов звуковой волны. Когда колебания звучащего тела периодичны, т. е. промежутки времени для всех отдельных колебаний неизменно одинаковы, то получается музыкальный звук, если же они происходят в неравные промежутки времени, то имеет место шум.

Звуковое колебание носит характер синусоиды с периодическим повышением и понижением кривой колебания.

Подобные «простые звуки» входят в состав музыкальных звуков и называются частичными тонами. Взаимодействие периодических колебаний частичных тонов образует тембр музыкального звука или тона. Шумы образуются, напротив, либо из неправильных периодических колебаний, либо из сложной совокупности непродолжительных периодических колебаний.

Основное значение в музыке имеют гармонические частичные тоны, число колебаний которых в целое число раз больше числа колебаний первого (исходного) частичного тона. Так, если первый частичный тон имеет 100 *кол/сек* (или герц), то второй — 200, третий — 300 и т. д. Если высота звука определяется частотой колебаний первого тона, то форма колебаний, определяющая тембр звука, состоит из соотношения между числом и относительной силой всех частичных гармонических тонов данного музыкального звука.

Анализ формы колебаний звука показывает, что *внутри отдельного звука* имеет место сложное взаимодействие колебаний отдельных моментов звуковой волны. Тем более сложным и определяющим является взаимодействие колебаний при *слиянии звуков*, различное для разных интервалов («промежутков») между расстоянием одного звука до другого по *высоте*, или частоте колебаний в 1 *сек*. Интервал представляет собой отношение чисел колебаний одного звука к другому. Так, например, на скрипичных струнах звук mi есть вторая ступень от la, а интервал между ними соответственно равен $652\frac{1}{2} : 435$, т. е. относится как 3 : 2. Это будет *отношение числа колебаний*, составляющее интервал *кварты*. Большее число колебаний относится к более высокому звуку. На этом примере видно, что в то время, как la успевает сделать два колебания, mi успевает делать три колебания. Наибольшее слияние дают звуки, отношения чисел которых выглядят как 2 : 1 (октава) и 3 : 2 (квинта). Созвучия с наибольшим слиянием называются консонансами, созвучия с меньшей слитностью тонов называются диссонансами, т. е. неблагозвучием. Взаи-

модействие звуков выражается, следовательно, в отношении чисел колебаний различных звуковых волн.

Итак, звуковые волны характеризуются скоростью, частотой колебаний и длиной волны, амплитудой и их формой, а также соотношениями частот колебаний.

Но звуки протекают не только одновременно, в виде *аккорда* в данный момент, но, что особенно для них характерно, последовательно друг за другом. Длительность звучания, а также временные промежутки между звуками влияют на процесс слушания.

«Если на слух человека падает какой-нибудь звук, например музыкальный тон, — писал Сеченов, — то человек чрезвычайно легко определяет его продолжительность и характеризует это словами: звук отрывистый, протяжный, очень долгий и пр. Ощущение звука имеет вообще характер тянущийся: это значит, что слух обладает способностью ощущать явление звука конкретно, и вместе с тем он сознает, так сказать, каждое отдельное мгновение его. Слух есть анализатор времени».[1] Посредством слухового анализа *продолжительности* звуковых воздействий происходит дробление отдельных фаз звука, то нарастающего, то снижающегося по силе, то изменяющего периоды и колебания.

Отражаемые слухом качества становятся *сигналами временных признаков и отношений*, воздействующих на сложный организм животного и человека звучащих тел и упругой среды распространения звука.

Как мы видели, звук не существует без тела — источника звука — и вибрации окружающей среды. Поэтому звук для животного организма и человека есть признак определенных предметов внешнего мира и определенных свойств звукопроводной среды, является сигналом того или иного явления предметной действительности.

Наконец, нельзя не отметить, что звучащее тело занимает определенное место в материальном пространстве, а распространение звука в разных направлениях носит пространственный характер. Слуховые ощущения производят также анализ пространственного положения источника звука и направления движения звуковой волны. По звуку мы судим о местоположении звучащего тела и определяем направление звука.

Подобно тому как свет, освещая предметы внешнего мира, превращает их в сигналы для жизнедеятельности животных и человека, так и *звук обнаруживает для организма на известных расстояниях от него* существование определенных предметов и влияний внешнего мира. Этим предметным и временно-

---

[1] И. М. Сеченов. Избр. философск. и психолог. произв., стр. 127.

пространственным характером звука и объясняется его биологическая роль. Первоначально она заключается в том, что звук вызывает безусловный ориентировочный рефлекс животного в виде закономерно повторяющегося движения поворота тела к источнику звука, как на это обратил внимание Павлов в самых ранних опытах.

Не случайно подчеркнуто здесь безусловнорефлекторное действие *сильных* звуков, так как они обладают и наибольшей *энергией* вибрации, характеризуются и большим ***механическим давлением*** вибрирующих масс воздуха на слуховой рецептор.

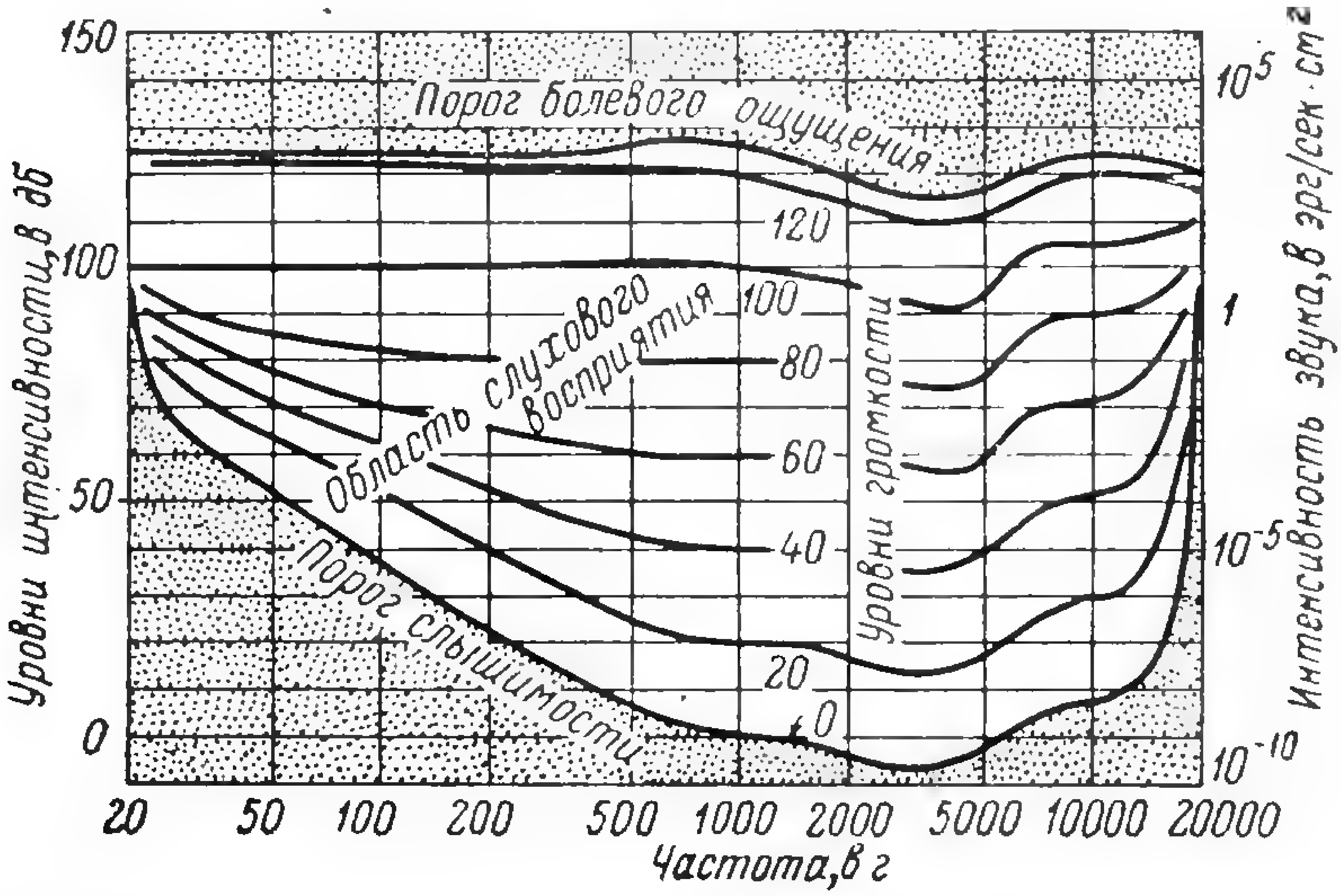

Рис. 17. Область слуховых ощущений и кривые равной громкости.

Не случайно очень сильные звуки перестают действовать специфически звуковым образом на ухо, т. е. не порождают в нем слуховых ощущений, а, оказывая механическое воздействие на ухо, вызывают в нем осязательно-болевые ощущения.

Напротив, не очень сильные и слабые звуки превращаются в *сигналы* внешних предметов, необходимых для осуществления пищевого обмена организма с внешней средой.

Развитие слуха у человека определилось условнорефлекторными механизмами замыкания связей между звуковыми свойствами вещей и явлений и основными функциями его жизнедеятельности как общественного существа.

Как указывалось раньше, человеческий слух характеризуется сравнительно большим диапазоном различения частот колебаний звуковых волн. *Слышимые* человеком звуки занимают фундаментальное место среди всех звуков. Границей

слышимых звуков в отношении низких звуков является граница инфразвуков, а в отношении высоких звуков — граница ультразвуков, уже не ощущаемых человеческим мозгом, но оказывающих физиологическое действие на органы человека. Общий «спектр» звукового ряда изображен на рис. 17.

Более важным, нежели широта различения звуков человеком, представляется качественный характер этого различения в пределах слышимых звуков. Обращает на себя внимание, что *центральное место* в диапазонах слышимых звуков занимает *зона звуков человеческой речи*. По мере удаления от этой

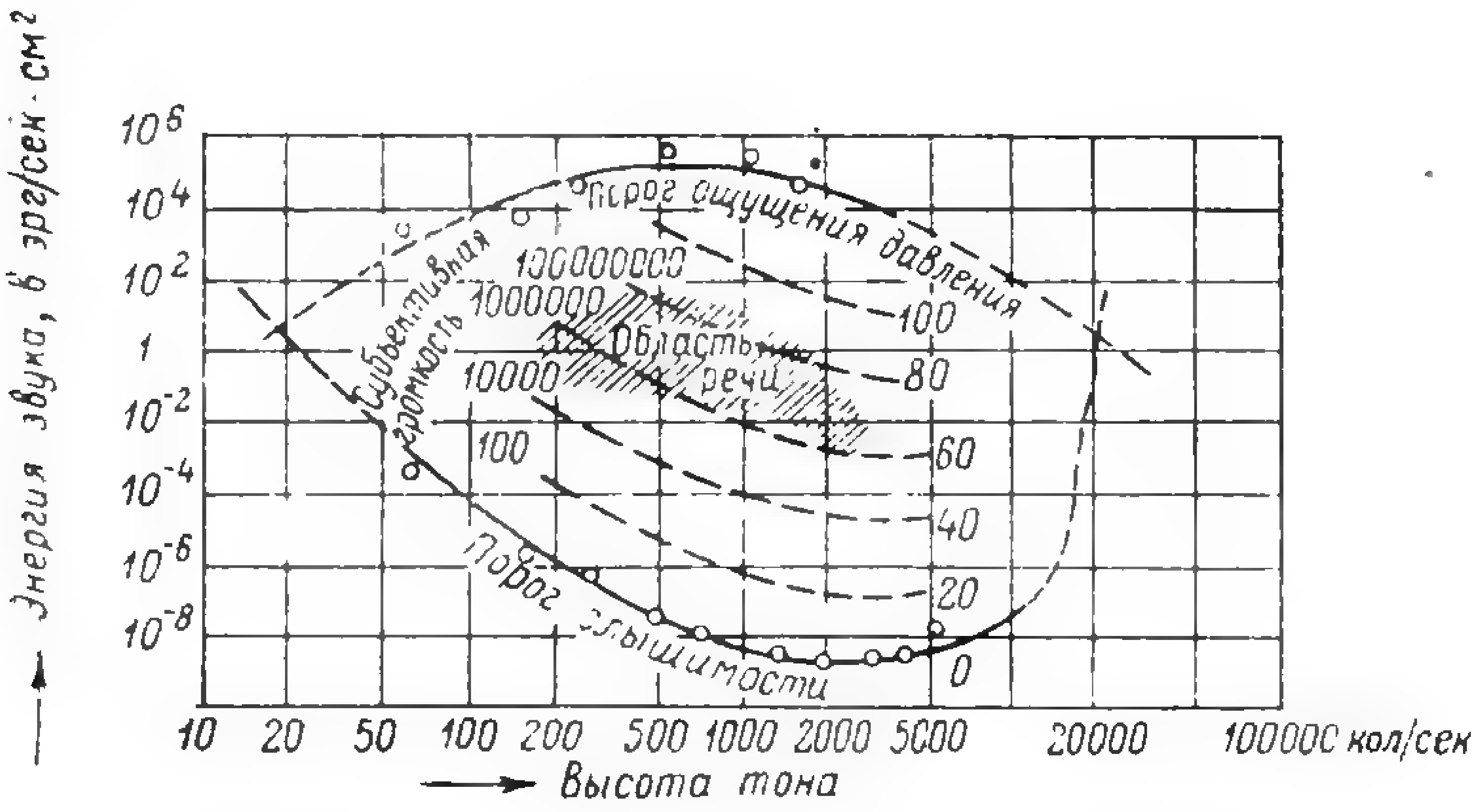

Рис. 18. Распределение зон слуховых ощущений в пределах слышимых звуков.

зоны слуховые ощущения человека становятся менее точными, требуют большей специальной дифференцировки и упражнений (рис. 18).

Обращает на себя внимание исключительное положение звуков речи в зоне ясного слышания. Как это ни странно, но долгое время в акустике, физиологии и психологии считалось, что основу культурного развития человеческого слуха составляет музыкальный слух. Действительно, музыкальный слух сыграл и играет исключительную роль в очеловечении слуха, в расширении границ человеческого слуха. В этом смысле Маркс и назвал человеческое ухо «музыкальным ухом», позволяющим точно отражать гармонические отношения звуков, овладеть природой звука и эстетически воспроизводить звуковые соотношения с целью художественного, образного познания объективной действительности.

Но музыкальный слух человека не представляет собой простого эволюционного продолжения развития слуха высших

животных. В отношении малых интенсивностей звуков, а также вычленения частичных тонов из сложного музыкального звука собака оставляет далеко позади себя человека. У быка или тушканчика величина и соотношение частей слухоразличительного органа, так называемой улитки, весьма благоприятна для дифференцировки по высоте, т. е. для звуковысотного слуха. Тем не менее у собаки, тушканчика и быка нет музыкального восприятия. Нетрудно установить, что музыкальность человеческого слуха является не причиной, а следствием качественно своеобразного характера человеческого слуха, связанного со звуковой природой языка как основного средства общения. Речевой слух, помимо своего прямого, жизненного назначения обслуживать общение между людьми, оказался важнейшей опорой для: а) развития музыкального слуха, б) развития пространственно-предметного слуха и в) различения по звуку временных признаков и отношений между явлениями внешнего мира.

Музыкальный слух человека возник вместе и на основе музыки как формы искусства художественного отображения внешнего мира. В истоках музыки лежит использование возможностей человеческого голоса и речи.

Но как бы ни было велико значение музыкального слуха для расширения и уточнения слуховых ощущений человека, музыкальный слух не является первоосновой человеческого слуха, какой является речевой слух, и не исчерпывает всего многообразия и применения человеческого слуха. Ухтомский справедливо отметил, что «более или менее явный предрассудок — усматривать в музыкальном восприятии главную функцию слухового рецептора. Это предрассудок человека, и в особенности городского человека. В натуральных условиях работа слуха направлена в особенности на задачу восприятия более или менее низких шорохов и шумов, по которым можно было бы достаточно *ориентироваться в расстояниях и направлении источников звучаний*»[2] (курсив наш. — *Б. А.*). Что именно эта функция распознавания по звукам качеств предмета и его упругой среды, расстояния и направления имеет огромное значение, показывает путь развития акустической техники, обслуживающей разнообразные нужды производства и других явлений общественной жизни.

Естествоиспытатели лишь *«прикладывали»* музыкальную акустику к анализу речевого слуха (особенно к гласному составу речи). Между тем сама музыкальная акустика есть продукт развития звукового языка, речи и речевого слуха. Лишь в связи с центральным положением речевого слуха в человече-

[2] А. А. Ухтомский. Собр. соч., т. IV, стр. 196.

ском слухе вообще можно понять исключительную и особую роль слуха в человеческой жизни. Заслугой Ухтомского является выдвижение в центр физиологической акустики именно этого момента. «...Мы можем признать, — писал Ухтомский, — что слух — важнейший из органов чувств человека. Именно он в особенности помогает человеку стать тем, что он есть. Дело тут не в музыке, и не в гармониях, и не в психологических «переживаниях» слуховых впечатлений. Великая область музыки, гармоний и их творческого восприятия человеком составляет ...относительно узкую и изысканную провинцию среди обширных, прозаических, суровых и боевых задач акустического восприятия как важнейшего, дальновиднейшего и ведущего органа рецепции и распознавания среды на расстоянии в пространстве, времени и истории. На слух у человека ложится исключительная и ответственнейшая практическая задача, уходящая далеко из границ физиологии, задача служить опорой и посредником в великом деле организации речи и собеседования».[3]

Коренная связь слуха с речью, речевая обусловленность человеческого слуха представляется особо важной для понимания механизма слуховых ощущений. Лишь *речевой слух* и мышечные ощущения *речедвигательного* аппарата являются *одновременно* составной частью как первой, так и второй сигнальной систем высшей нервной деятельности человека. Это положение необходимо иметь в виду при специальном изучении слуховых ощущений.

Слуховой рецептор

Органом слуховых ощущений является слуховой или звуковой анализатор. Превращение энергии звуковых раздражений в нервный процесс осуществляется слуховыми рецепторами.

Слуховой аппарат, способный анализировать колебания материальных частиц, возник у позвоночных животных с переходом к наземному существованию. Он развился как придаток к органу равновесия сначала в виде «внутреннего уха», к которому у амфибий прибавились элементы «среднего уха», а затем и наружное ухо (начиная с рептилий). В последующем ходе эволюционного развития имело место обратное соотношение — перестройка внутреннего уха в зависимости от приспособления наружного и среднего уха к звуковым колебаниям внешней среды. Так, филогенетически сложились три основные части слухового рецептора: 1) наружное (внешнее) ухо, 2) среднее ухо и 3) внутреннее ухо.

[3] Там же, стр. 220.

Неразрывная связь и взаимодействие этих трех частей слухового органа чувств составляет процесс трансформации звуковых колебаний в нервный процесс. Можно считать, что наружное и среднее ухо являются звукопроводящими механизмами (подобно светопреломляющим средам глаза), а первичный анализ звуков на периферии осуществляет внутреннее ухо, точнее улитка с ее основной мембраной (подобно свето- и цветочувствительному прибору сетчатки). Наружное ухо у человека состоит из ушной раковины и наружного слухового прохода.

Физиологическое значение ушной раковины состоит преимущественно в улавливании направления звука, т. е. стороны, откуда звук слышится. У многих млекопитающих ушная раковина очень подвижна благодаря системе мышц, двигающих ухо в целом. У человека ушная раковина практически неподвижна, а соответствующие мышцы представлены пережиточными остатками. С переходом к вертикальному положению и с высшим развитием мышц, определяющих напряжение головы и ее движений по сторонам, исключительное значение приобрело развитие коры головного мозга в создании состояния «оперативного покоя», т. е. способности активно поддерживать неподвижность наблюдателя в среде. Как подчеркивает Ухтомский, такая способность связана с развитием процесса торможения. Поэтому не случайно, что у ребенка в первые месяцы жизни реакции на звук вызывает не только двигательное возбуждение (безусловный ориентировочный рефлекс), но все больше и больше двигательное торможение на звуковой раздражитель.

Несмотря на то, что ушная раковина у человека находится в состоянии редукции (обратное развитие органа в сторону его упрощения), она выполняет определенную роль отражателя или рефлектора звуковых волн. Особо нужно подчеркнуть значение этого рефлектора для определения человеком направления слышимых звуков. Если вставить в слуховые проходы стеклянные трубочки с целью исключить роль ушных раковин в проведении дальних звуковых масс, то окажется, что человек будет крайне затруднен в определении направления движения этих масс.

Наружный слуховой проход человека представляет короткую трубку (около 2,5 *см*), выстланную изнутри кожей, в которой находятся волосы и особо измененные трубчатые железы, выделяющие «ушную серу». Трубка наружного слухового прохода доходит до барабанной перепонки.

Наружный слуховой проход вместе с частями среднего уха обеспечивает в широких пределах физическое воспроизведение звуковых частот, приносимых колебаниями внешней воз-

душной среды. В среднем ухе происходит первичная обработка звуковых колебаний, а именно амплитуды колебаний становятся более умеренными, т. е. энергия звука частично поглощается, но зато увеличивается напряжение отдельных колебаний, составляющих звук.

Среднее ухо состоит из барабанной перепонки и кинематической цепи трех слуховых косточек: молоточка, наковальни и стремечка. Барабанная перепонка состоит из соединительной ткани в форме конуса с эллиптическим основанием в сторону внешнего слухового прохода и вершиной внутри среднего уха. Эта форма и вершина конуса в самом среднем ухе способствуют собиранию звуковых колебаний в известный фокус. Ткань барабанной перепонки состоит из расходящихся (радиальных) волокон и круговых скреплений (циркулярные волокна). Барабанная перепонка характеризуется высокой подвижностью, упругостью и прочностью. Радиальные волокна расположены во внешнем слое (к внешнему уху) циркулярные — во внутреннем слое (к внутреннему уху).

Для барабанной перепонки характерно низкое звуковое сопротивление давлению в определенном диапазоне частот 700—800 *гц*, т. е. сходство с величиной сопротивления воздуха. Собственный тон барабанной перепонки соответствует частоте 800—900 *гц*. В остальном она пассивно передает колебания.

Звуковые волны, падающие на барабанную перепонку, вызывают в ней колебания, которые в измененном цепью слуховых косточек виде передаются во внутреннее ухо. Молоточек вплетен в ткань барабанной перепонки, тогда как стремечко своей расширенной частью запирает «овальное окошко» на границе среднего и внутреннего уха. Между ними вставлена наковальня, короткий отросток которой прикреплен к стенке барабанной полости, а длинный сочленяется со стремечком. Три слуховые косточки составляют единую кинематическую цепь, действующую как единый упругий коленчатый рычаг посредством системы мышц. Размахи малого плеча этого рычага (у стремечка) в 1,5 раза уменьшены по сравнению с размахами большого плеча (у барабанной перепонки). Уменьшенные амплитуды, переданные наковальней стремечку, сопровождаются соответственно увеличенными силами толчков стремечка посредством его подножья в овальное окно. Мышцы среднего уха рефлекторно регулируются кохлеарным нервом. Благодаря управлению мышцами слуховых косточек со стороны головного мозга их кинематическая цепь представляет собой «не какой-нибудь единственный механизм, но многое множество переменных механизмов, последовательно сменяющих друг друга последовательным же торможением пред-

шествовавших механизмов».[4] Рефлекторная регуляция передаточной системы для звуковых колебаний среднего уха обеспечивает адаптационные установки слуховых органов на различные силы звуков. Приборы среднего уха способствуют поглощению действующих на слуховой орган чрезмерно сильных звуков в пределах слышимости, а также ультразвуков.

Уже при ознакомлении со звукопроводящими механизмами устанавливается поразительная биологическая приспособленность этих механизмов к проведению отражения и частичному поглощению звуковых колебаний. В этих механизмах ухо выступает как акустический прибор, равно как светопреломляющие среды глаза представляют собой совершенный оптический прибор. Но так же как светопреломляющие среды глаза лишь проводят к сетчатке световую энергию, так и звукоприемные среды наружного и среднего уха лишь проводят звуковые колебания к внутреннему уху.

Внутреннее ухо отделено от среднего уха, а два отверстия между ними (овальное и круглое окошки) затянуты перепонкой, а в овальное окошко довольно плотно входит основание стремечка. В самом внутреннем ухе имеется три промежуточные среды между слухоразличительным органом — перепончатой улиткой и цепью слуховых косточек, проводящих звуковые колебания.

Этими тремя промежуточными средами являются: а) перилимфа, б) соединительнотканная оболочка перепончатого лабиринта и в) эндолимфа, в которую погружены слухочувствительные клетки.

Внутри костной улитки находится особая жидкость, перилимфа, а в ней и помещена перепончатая улитка. Колебания стремечка передаются через перилимфу, но лишь благодаря тому, что круглое окошко с его тонкой упругой перепонкой оказывается при этой передаче слабых колебаний подвижным. Далее звуковые колебания передаются соединительнотканной оболочке перепончатого лабиринта, а затем внутренней жидкости (эндолимфе), в которую погружены слухочувствительные клетки.

Главной частью внутреннего уха является канал перепончатой улитки, в которой оканчиваются волокна слухового нерва. Если выпрямить этот канал, закрученный в $2^3/_4$ оборота, то проход этого канала имеет в длину 31—33 *мм*, диаметр его у основания равен нескольким миллиметрам, у вершины около 1 *мм*. Проход этот разделен по всей длине на две части костной перегородкой (в большей части попереч-

[4] А. А. Ухтомский. Собр. соч., т. IV, стр. 209.

ника) и гибкой перепонкой, основной мембраной (на меньшем протяжении). Параллельно и вблизи от основной мембраны идет вторая мембрана, текториальная, или Кортиева. Окончания нервных клеток, расположенные в утолщении основной мембраны, вблизи текториальной мембраны, имеют тончайшие волоски («волосатые клетки»), соприкасающиеся с текториальной мембраной при колебаниях.

На основной мембране пятью рядами расположено 23 500 нервных окончаний.

Основная перепонка, или мембрана, состоит из приблизительно такого же числа упругих волокон, которые часто сравнивают со струнами музыкальных инструментов. Длина этих волокон меняется. Они короче всего в начале улитки, в ее основном завитке (приблизительно в 1 *мм*), а с приближением к вершине улитки длина их постепенно возрастает, доходя до 4 *мм*. Теория «резонанса» Гельмгольца исходила из предположения, что при действии тона определенной частоты колеблется не вся мембрана, а только часть ее. С этой точки зрения каждое волокно мембраны представляет собой физический резонатор определенного воздействующего звука, а возникающий в улитке самый процесс возбуждения рассматривается как подобие физического явления резонанса. В пользу этого предположения говорят некоторые факты. Наиболее важными являются данные Андреева из лаборатории Павлова. У собаки были выработаны условные рефлексы на низкие и высокие тона. При последующем разрушении основания улитки у собаки исчезли условные рефлексы на высокие тона, а после разрушения вершины улитки исчезли условные рефлексы на низкие тона. Эти опыты свидетельствуют о том, что первичный анализ частоты колебаний производится улиткой, причем различные части улитки неодинаково разлагают звуки на составляющие их высоту частоты колебаний.

Другим важным фактором в пользу резонансной теории являлось открытие зависимости токов улитки от частоты колебаний. В улитке обнаружены токи, т. е. переменные величины электрических напряжений. Частота этого переменного тока полностью отражает частоту звуковых колебаний, воздействующих на слуховой орган. В токах улитки воспроизводятся частоты до 10 000 *гц*. Оказалось, что когда на ухо действуют звуковые колебания низких частот, электрические явления в улитке имеют место главным образом в области вершины улитки. При действии высоких частот эти явления смещаются к основанию улитки.

Многие ученые пытаются на основании этих фактов доказать, что внутреннее ухо и есть анализатор звуков, который лишь уточняется работой коры головного мозга. Между тем

эти факты свидетельствуют лишь о том, что в улитке совершается первичный анализ звуков, причем еще совершенно недостаточный для возникновения сложных по своей природе слуховых ощущений высоты, силы и тембра звука.

Резонаторная теория обособляет орган слуха от слухового анализатора в целом, а поэтому не в состоянии объяснить таких явлений, как определение по звуку расстояния или направления движения звуковой волны, отражение формы колебаний и т. д. Эта теория исходит из положения о том, что в улитке имеются раздельные и независимые друг от друга резонаторы для различных звуков. Но имеются факты, доказывающие связь и взаимодействие волокон основной мембраны. Прежде всего таким фактом является то, что одним более сильным звуком заглушается ощущение всех прочих звуков, входящих в данный комплекс звуков. На этом основан эффект маскировки одних звуков другими. Так, например, тон в 200 *кол/сек* при достаточном усилении заглушит и замаскирует всю шкалу музыкальных звуков. При этом заглушаются вообще тоны более высокие, чем тон заглушающего звука.

Эти факты говорят о связности и взаимодействии возбуждаемых волокон основной мембраны. В процессе возбуждения возникают явления нервного торможения в их зависимости от частоты приходящих импульсов и от скорости и подвижности возбудимой системы в целом. Перед нами возбудимая система или группа возбудимых систем, способная настраиваться в порядке усвоения ритма на приходящий ритм звуковых колебаний, проявляя торможение в отношении всех остальных частот.

Работа слухового рецептора заключается в превращении физической энергии звуковых колебаний в физиологический нервный процесс. Но при этом обнаруживается исключительная зависимость состояния слухового рецептора от всей системы звукового анализатора.

Слуховые нервы

Слуховой или слухостатический нерв идет вместе с лицевым нервом по внутреннему слуховому каналу височной кости, на дне которой делится на нерв улитки (кохлеарный нерв) и нерв преддверья. Первый из них представляет собой собственно-слуховую часть нерва, второй связан со статическими ощущениями (равновесие). Каждая из этих частей нерва имеет особые ядра, расположенные в продолговатом мозгу. Нервные волокна, идущие от обоих ушей, в области среднего мозга раз-

деляются и идут как к правому, так и к левому полушариям головного мозга. Таким образом, каждое из ушей связано посредством перекреста и разветвления в среднем мозгу с каждым из полушарий головного мозга. Тем самым в определенной (височной) области обоих полушарий создаются соседние участки возбуждений, из которых одно возбуждается правым ухом, другое — левым ухом. В случае поражения одного из нервов или мозговых центров другое ухо продолжает слышать, так как сохранен другой нерв и его окончания в обоих полушариях (см. рис. 19).

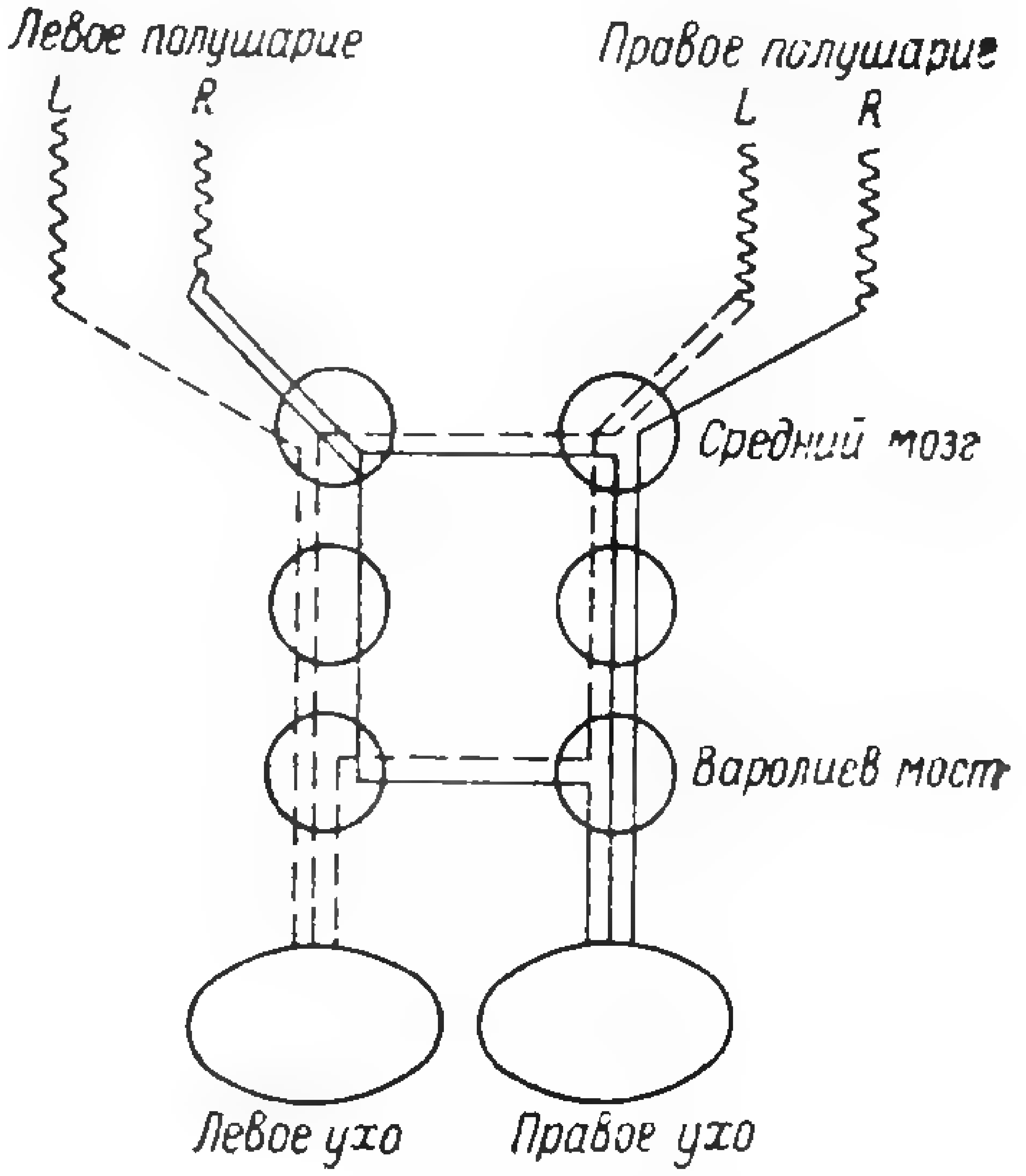

Рис. 19. Схема слухового восприятия в центральной нервной системе (по Флетчеру).

Слуховой нерв содержит около 3 000 нервных волокон, на которые приходится около 23 500 нервных окончаний в основной мембране. Таким образом, передача нервного возбуждения происходит от групп нервных окончаний основной мембраны к отдельным волокнам слухового нерва. Каждое волокно состоит из осевого цилиндра, окруженного жировым веществом. Ось цилиндра составляет около 9% диаметра волокна, равного в целом около 0,001 *см*.

При передаче возбуждения в слуховом нерве имеет место электрический колебательный процесс, совпадающий с частотой звука (но несколько неустойчивой амплитуды). При частотах ниже 1000 *гц* происходит возбуждение многих нервных волокон; в результате возникает суммарный нервный импульс, имеющий частоту воздействующего тона, но совершенно иной формы. Нервный импульс возникает одновременно с уменьшением давления в улитке.

Отмечено также воспроизведение токами действия слухового нерва амплитуды колебаний звуковой волны, но до известной величины силы раздражения, после чего в нерве возникают явления торможения. Найдено, что *предельной частотой*, выше которой токи действия отдельных нервных волокон не могут одновременно следовать за звуковой вол-

ной, является частота 1000 *гц*. Для более высоких частот звука характерно несовпадение числа колебаний токов действия с числом колебаний звуковой волны, т. е. токи действия слухового нерва становятся беспорядочными и неодновременными со звуковыми колебаниями. В пределах этой зоны и отмечается наибольшая чувствительность человека к высоте тона, особенно в области звуков речи.

В этой зоне (1000 *гц*) отмечается и большая тонкость различения человеком различных интенсивностей звука (около 400 степеней определения силы звука при 1000 *кол/сек*). Все это свидетельствует о том, что слуховые нервы проводят возбуждение, соответствующее природе звуковых колебаний, их частоте, силе и длительности. Но это возбуждение регулируется состоянием больших полушарий головного мозга, усиливающим одни возбуждения, тормозящим другие в зависимости от биологической необходимости той или иной реакции.

Взаимодействие возбуждения и торможения в мозговых концах слухового анализатора превращает неощущаемый звук в ощущаемый, т. е. осуществляет полностью и точно высший анализ и синтез поступающей в мозг слуховой массы.

Ядра и рассеянные элементы слухового анализатора

Точные исследования позволили установить, что, за исключением «общей звуковой функции» (безусловнодвигательного рефлекса на звук), «весь остальной объем звуковой функции должен быть отнесен на счет больших полушарий» (Павлов). Что касается «общей звуковой функции», то у собаки она сохранялась и после полного удаления больших полушарий. О наличии этой общей звуковой функции можно было судить по специфическим двигательным реакциям (поднимание ушей и поворот головы).

Таким образом, при сохраненных слуховых рецепторах и нервах возбуждение от звуковой волны проводилось в нижележащие отделы центральной нервной системы (вероятно, средний мозг), где возникал очаг возбуждения безусловного ориентировочного рефлекса на звук. Условные же рефлексы на звуки и дифференцировка их оказывались при этом невозможными.

Иначе обстоит дело при частичном повреждении коры больших полушарий, хотя бы оно и не затрагивало непосредственно слуховые центры. Именно в связи с этим Павлов применил и к слуховому анализатору свою теорию ядра и рассеянных элементов мозгового конца анализатора.

До Павлова слуховыми областями считались лишь височ-

ные области коры головного мозга, куда непосредственно входят слуховые нервы (именно на наружной поверхности височной области, главным образом в верхней височной извилине и в передней части поперечной извилины). Предполагалось, что эта слуховая область коры, являющаяся проекцией улитки, расчленена в своих функциях, а именно, что внутренние поперечные извилины воспринимают высокие тоны, а наружные — низкие. За пределами этой *слуховой зоны* коры головного мозга отрицалась возможность какого-либо мозгового анализа звуковых раздражителей.

Опыты Павлова и его сотрудников по изучению условных рефлексов при нарушениях работы звукового анализатора полностью преобразовали представление о мозговых механизмах слуховых ощущений.

Оказалось, что после разрушения височных областей обоих полушарий у собак вначале полностью исчезали ранее выработанные условные рефлексы на звуки, а затем постепенно образовывались новые (при разрушенных височных областях).

Это процесс постепенного восстановления реактивности коры головного мозга к звукам проходил две фазы: на первой фазе (спустя 12 дней после операции) звук действовал в качестве условного тормозного раздражителя, а во второй фазе образовались положительные условные рефлексы на воздействующие звуки. При этом анализ звуков (по сравнению с дооперационным периодом) резко понизился. Постепенное возвращение способности к анализу характеризовалось большой медленностью отделения тонов от шумов и ударов, но самое дифференцирование тонов (по высоте) оставалось крайне несовершенным. Однако в опытах доктора Бабкина прежняя (дооперационная) дифференцировка тонов через постоянные этапы вернулась спустя два месяца после операции.

Эти данные свидетельствуют о том, что известный анализ осуществляется и вне височных областей коры головного мозга, т. е. слуховых центров. Вместе с тем оказалось, что разрушение височных долей делает необратимым процесс образования временных связей условных рефлексов на комплексные звуковые раздражители (например, кличку собаки, аккорды различных интервалов). Отдельные тоны (как высокие, так и низкие), входящие в комплексные звуковые раздражители, могли входить в связь с пищевым безусловным рефлексом после ряда повторений. Следовательно, при нарушениях височных долей разрушается навсегда реактивность на *отношение* частот колебаний, которое предполагает как высший анализ, так и *синтез* поступающих в кору звуков. Подобный высший анализ и синтез звуковых раздражителей осуществляется лишь ядром слухового анализатора. Так на-

зываемая «психическая глухота» возникает при поражении ядра слухового анализатора, но возмещается в отношении элементарного анализа и дифференцировки посредством функций рассеянных элементов слухового анализатора.

При одностороннем поражении (одного из ядер) какого-либо полушария наступает лишь понижение слуха вследствие указанного выше частичного перекреста слуховых нервов, при двустороннем поражении височных областей обоих полушарий — полная глухота на сложные комплексные звуковые раздражители, но с постепенным восстановлением условных рефлексов на отдельные интенсивности и тоны звуков (благодаря рассеянным элементам слухового анализатора).

Быковым в лаборатории Павлова было обнаружено одно важное нарушение слуха при полной сохранности слуховых нервов и слуховых центров (височных областей). Им установлено, что после рассечения мозолистого тела собаки исчезает не только дифференцировка расстояния *видимых* предметов, но и определение *местоположения* источника звука. У такой собаки имелся рефлекс на звук свистка в 1500 *кол/сек.* Местоположение свистка на определенном расстоянии находилось с левой стороны от собаки. Рефлекс появился на 8-м применении и после 70 повторений стал постоянным и максимальным. Затем свисток помещался на таком же расстоянии с правой стороны, и звук свистка уже не сопровождался пищевым подкормом. Несмотря на 115 повторений, Быкову не удалось получить дифференцировку местоположения звуков. На основании этих опытов Павлов пришел к выводу, что для дифференцирования места звука необходима соединенная работа полушарий.

Таким образом, пространственная локализация звука имеет своим механизмом парную работу больших полушарий, т. е. нормальное распространение возбуждения из одного полушария в другое, а в связи с этим возникновение внутреннего торможения, а вместе с тем и взаимной индукции нервных процессов. Слуховой анализатор двуединый, т. е. осуществляет высший анализ и синтез звуков как каждым полушарием в отдельности (по отношению к обоим слуховым рецепторам), так и совместно. Если относительно самостоятельная работа полушарий возможна при привычных условиях и в отношении силы, высоты и формы колебаний звуков, то она становится невозможной при изменении условий, при возрастании трудностей различения, а особенно при дифференцировке местоположения источников звука. В этих условиях и для решения этих задач жизненно необходима активная совместная работа обоих полушарий головного мозга.

Общие качества слуховых ощущений

Основными качествами слуховых ощущений являются: а) громкость, б) высота, в) тембр, г) длительность и е) пространственное определение источника звука. Каждое из этих *качеств слуховых ощущений* отражает определенную сторону физической природы звука. В ощущении громкости отражается амплитуда колебаний, а следовательно, энергия звукового раздражителя. В ощущении высоты звука отражается частота колебаний звуковой волны (а следовательно, и длины ее волны). В ощущении тембра звука отражается форма звуковой волны, слагающаяся из внутреннего взаимодействия частот составляющих частичных тонов. Продолжительность действия звука и временны́е отношения между отдельными звуками отражаются в виде той или иной длительности слуховых ощущений. Наконец, слуховое ощущение относит звук к его источнику, звучащему в определенной среде, т. е. определяет местоположение звука. Каждое слуховое ощущение представляет собой взаимосвязь между основными качествами слуха, отражающими взаимосвязь акустических и временно-пространственных свойств предметов и среды распространения исходящих от него звуковых волн.

Слуховые ощущения любого качества характеризуются определенными порогами, абсолютными и разностными, по которым определяется уровень абсолютной и разностной чувствительности человека.

Ощущение громкости звука

Как всякое качество, ощущение громкости количественно изменяется. Минимальная интенсивность или сила звука, вызывающая едва заметное ощущение звука, называется абсолютным порогом ощущения громкости. Степень громкости определяется силой звука, но величины силы звука и громкости не тождественны, так как интенсивность ощущения пропорциональна не интенсивности раздражения, а логарифму этой интенсивности. Единица измерения интенсивностей звука по логарифмической шкале получила название бел. Для практики измерения была взята единица, в 10 раз меньшая по величине, децибел.

Пороги громкости различны по отношению к интенсивности различных тонов. Так, например, порог громкости для тона в 3000 *гц* лежит на 50 *дб* ниже, чем для тона в 50 *гц*, т. е. ухо человека в миллион раз более чувствительно к громкости звука в 3000, чем к звуку в 50 *гц*. Порог громкости постепенно

снижается, а чувствительность возрастает при возрастании частот колебаний, особенно в диапазоне частот от 1000 до 3000 *гц*, а затем порог снова повышается, а чувствительность постепенно понижается от 3500 до полного исчезновения ощущений за пределами 20 000 *гц* для взрослого человека и 22 000 для детей.

Не только ощущение высоты звука, но и ощущение громкости (слышимости) находится в определенной зависимости от частоты колебаний (рис. 20).

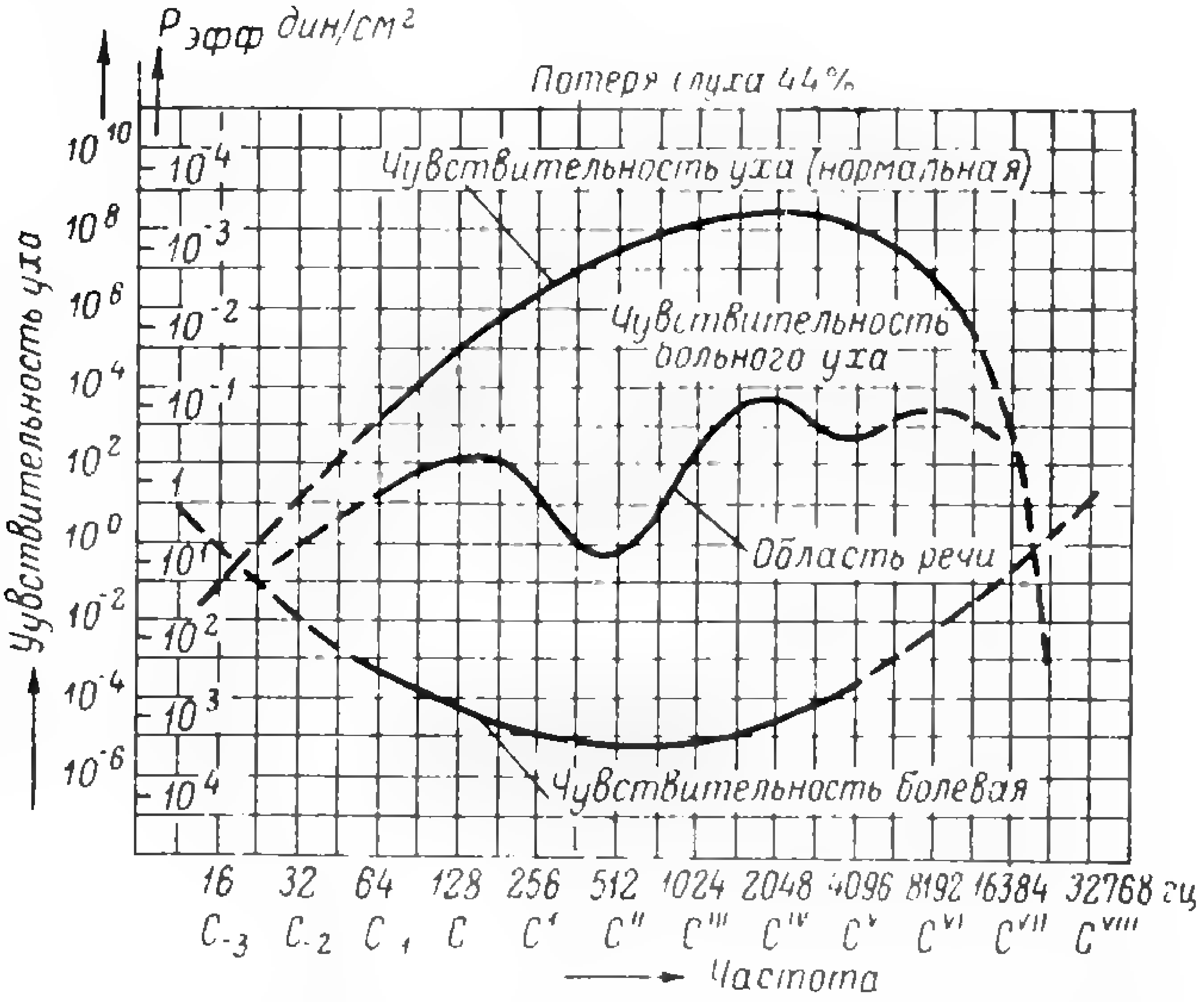

Рис. 20. Зависимость слышимости звука от частоты колебаний (по Ржевкину).

Следовательно, при крайних частотах этого диапазона слышимых звуков необходимо увеличивать интенсивность звука. Абсолютные пороги громкости не являются неизменными: они изменяются в зависимости от упражнения в дифференцировке звуков по их интенсивности, высоте, тембру. Развитие различительной громкостной чувствительности снижает абсолютные пороги слышания, т. е. повышает абсолютную чувствительность.

В ряде деятельностей (летчика, шофера, механика-сборщика или ремонтника, радиста, музыканта, охотника и т. д.) формируется привычная установка на прислушивание не только к разностям силы звука, но и к звукам минимальной интенсивности. Как показал Кауфман, эта установка на при-

слушивание вырабатывается в той или иной профессиональной деятельности при условии, если малая интенсивность звука является определителем состояния тела или процесса. Поэтому у опытных врачей-терапевтов или педиатров, широко практикующих выслушивание (аускультацию), абсолютные пороги громкости снижаются, а чувствительность повышается.

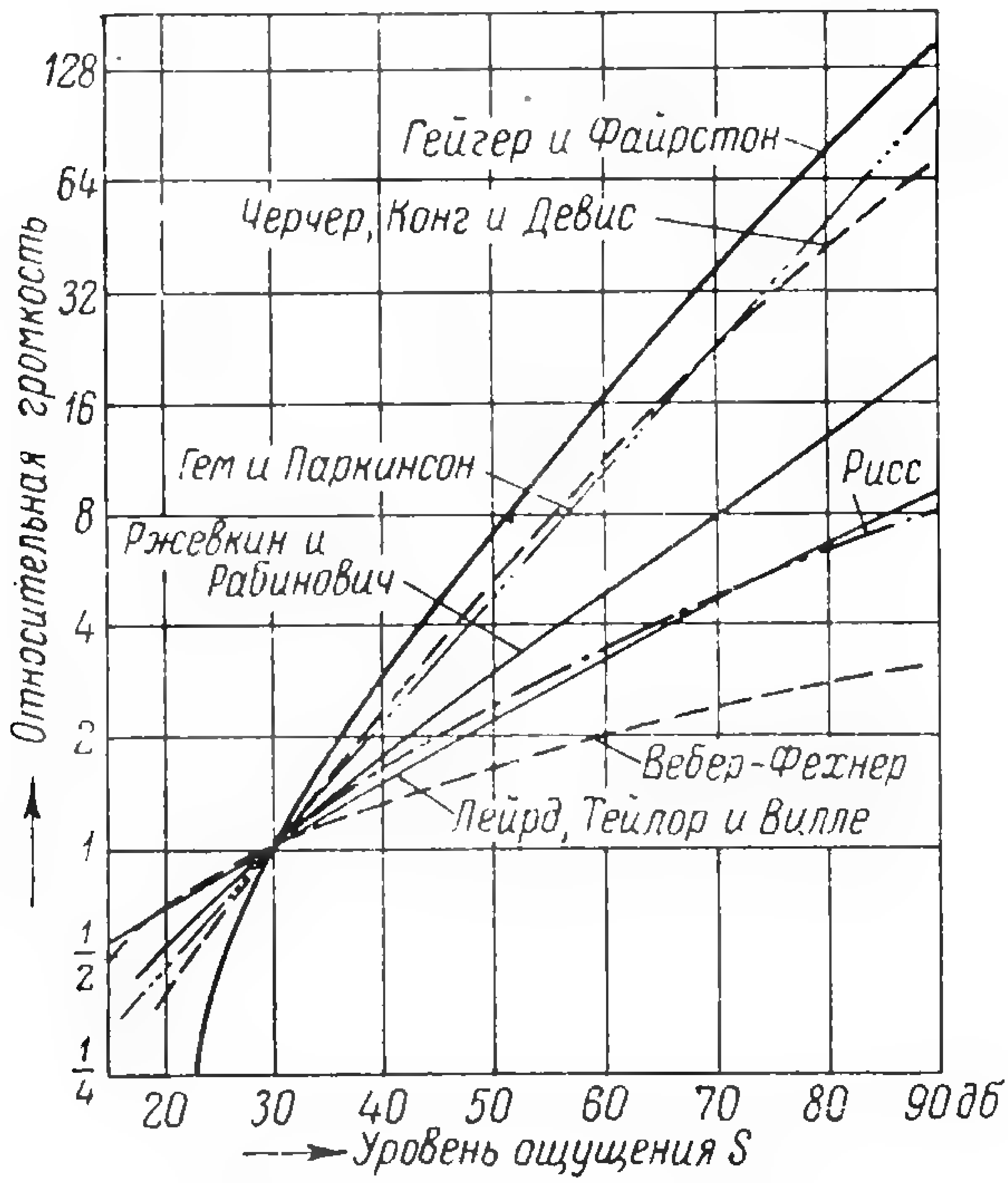

Рис. 21. Относительная громкость тона на уровне S *дб* над порогом по данным различных исследователей.

За единицу принята громкость при 30 *дб*.

Можно предполагать, что физиологической основой такой установки на прислушивание является системный характер временных связей, образующихся в процессе звукоразличения (слуховой динамический стереотип).

Разность между минимальными величинами интенсивностей, обусловливающая едва заметное различие между ними, называется *порогом различения* громкости. По отношению к средней зоне слышимых звуков разностный порог равен $^1/_{10}$ исходной величины. Эта величина прироста силы раздражений в $^1/_{10}$ исходной величины к большей степени приложима

к приросту тихих звуков, нежели к приросту громких звуков. Величина относительной громкости (разностного порога) устанавливается различными авторами неодинаково. На рис. 21 показано расхождение данных различных исследователей, при совпадении этих данных на величине в 30 *дб*, принятой поэтому за единицу сравнений. Из этих данных видно, что расхождение данных увеличивается вместе с увеличением числа децибел.

Расхождение экспериментальных данных, видимо, объясняется тем, что авторы этих исследований не учитывали наличие или отсутствие установки на прислушивание у различных людей. Все же по этим данным величина различительного порога возрастает с увеличением количества децибел. Большое значение имеет суммирование громкостей сравниваемых звуков. Установлено, что чем ближе тоны по частоте, тем меньше их суммарная громкость. Напротив, чем отдаленнее по частоте ощущаемые звуки, тем больше их суммарная громкость.

Слушание одного и того же звука бинаурально (обоими ушами) улавливает громкость звука сравнительно со слушанием одним ухом (монаурально). Уровень громкости сложных комбинированных звуков всегда выше сравнительно с громкостью отдельных тонов. Все это свидетельствует о том, что взаимодействие ощущений громкости влияет на ход различения интенсивностей звуков. Это взаимодействие может быть одновременным (при суммации ощущений в бинауральном слушании) и последовательным (при монауральном и бинауральном слушании последовательно возрастающего по силе звукового ряда). Последний случай взаимодействия слуховых ощущений имеет особо важное значение для различительной чувствительности слуха.

Ржевкин показал, что большую роль играет изменение направления громкости. Если вначале громкость удвоить, а затем вдвое уменьшить, то изменяется величина прироста ощущений. При удвоении необходимо прибавить больше децибел, нежели убавить при обратном уменьшении. Дальнейшие исследования (Кауфмана) показали, что на различительную громкостную чувствительность влияет взаимодействие трех факторов: а) величины разностей громкости (по мере уменьшения этой величины трудность различения возрастает), б) регистра громкости (тихие, средние, громкие звуки), причем трудность различения возрастает от среднего регистра приблизительно равно как в сторону тихих, так и громких звуков, в) метроритма или периодического чередования звуков из разных регистров (тихих с громкими и наоборот). Опыты Кауфмана из нашей лаборатории показали, что имеются два типа метроритма в динамике различительной чувствитель-

ности. Первый тип — хореический (первый звук громче второго, что можно обозначить — ‿) усваивается сравнительно легко. Второй тип — ямбический (первый звук тише второго ‿ —) усваивается со значительно большим трудом.

Важная роль метроритма в изменении разностной чувствительности громкости подтверждает предположение Ухтомского о том, что нервные центры усваивают определенный ритм, а перестройка ритма возможна лишь путем центрального торможения. Большую легкость настройки нервного ритма при хореическом построении сравнительно с ямбическим можно объяснить явлением контраста. Переход от громкого к тихому звуку более контрастен, нежели от тихого звука к громкому, если он совершается плавно, ритмично. При аритмичном и внезапном переходе от тихого звука к чрезмерно громкому различительная чувствительность в данный момент снижается в связи с включением безусловнодвигательного ориентировочного рефлекса на звук.

Связь метроритма с характером колебаний звуков обнаруживается в своеобразных типах изменения различительной чувствительности в отношении шумов и тонов. Первые (шумы) являются обычно непериодическими колебаниями звуковой волны, вторые (тоны) — периодическими колебаниями звуковых волн. В среднем различительная чувствительность к громкости тона выше, нежели к громкости шумов. Особенно это относится к музыкантам, а также к людям, умеющим и любящим слушать музыку. У музыкантов разностная чувствительность к громкости шума не превосходит среднюю, обычную величину. У врача-терапевта, напротив, возрастает разностная чувствительность к громкости шума определенного рода (малых интенсивностей). У опытных летчиков возрастает разностная чувствительность к ритмам колебаний больших шумов. Как указывает Платонов, неопытный курсант-летчик не различает разницу между 1300 и 1400 *об* мотора самолета. В результате упражнений, т. е. образования прочных временных связей, опытный летчик дифференцирует разницу между 1300 и 1340 *об*, несмотря на маскировку звуков и ритма оборотов общим шумом движущегося самолета.

Производственный опыт людей, привыкших к работе в обстановке больших шумов, влияет на выработку высокой различительной чувствительности к звукам большой силы. Таким образом, в пределах регистра звуков (тихие, средние, громкие), имеется несколько им соответствующих типов различительной чувствительности громкости.

Кауфман сравнил данные об изменениях разностной чувствительности к интенсивности тонов и шумов у людей «прислушивающихся» (музыкантов, врачей, механиков и пр.) и не

имеющих специального опыта прислушивания. По его данным, разностная чувствительность к силе *тонов* у «прислушивающихся» в 2 раза превышает обычную, а разностная чувствительность к силе *шумов* превышает у них в $1^1/_2$ раза обычный уровень различения громкости.

Эти данные свидетельствуют о большой воспитуемости способности к различению громкости, о сдвигах различительной чувствительности под влиянием практики постоянной дифференцировки силы звуков в определенных условиях жизни.

При исследовании разностной чувствительности в области слуха необходимо учитывать влияние слуховой адаптации. Известны две формы слуховой адаптации: адаптация к звукам и адаптация к тишине. Адаптация к тишине, подобно темновой адаптации в зрении, значительно повышает чувствительность к малым интенсивностям прироста силы звуков. На основании опытного изучения слуховой адаптации Лазарев предположил, что под действием длительного звука происходит разложение особого звукочувствительного вещества, что влечет за собой снижение чувствительности. По окончании воздействия звука чувствительность звука восстанавливается также постепенно, в течение многих минут. По Лазареву, окончательная чувствительность при *полной* адаптации обратно пропорциональна силе звуков. При длительном слушании сильных звуков наше ухо воспринимает эти звуки более слабыми (снижение чувствительности), а после полной тишины громкость этих звуков будет казаться чрезвычайно повышенной.

В слуховой адаптации играет еще более важную роль изменение взаимоотношений между возбуждением в мозговом конце слухового анализатора. При длительном перераздражении слухового органа сильным звуковым раздражителем кора головного мозга отвечает внутренним «охранительным» торможением, снижающим чувствительность. Развитие торможения вызывает усиление возбуждения других очагов, способствующих дальнейшему подъему чувствительности в новых условиях.

Ощущение громкости или отражение силы звука является общим качеством как для ощущения тонов, так и шумов. Можно считать, что ощущение громкости есть функция совместной работы ядер и рассеянных элементов слухового анализатора, сохраняющаяся в *общем* виде и после поражения анализатора. Но высокое развитие этого вида слуховой чувствительности, а также его специализации в различных областях регистра звуков указывает на ведущую роль ядра анализатора в высшем анализе и синтезе энергии звуковых раздражителей. Человеческий слух обладает исключительным коли-

чеством степеней различных оттенков громкости и высоты звуков. Подсчитано, что человек способен различать около полумиллиона простых тонов, различных по интенсивности и высоте. В тонкости человеческого слуха особенно большую роль играет ощущение высоты звука.

Ощущение высоты звука

Ощущение высоты тона представляет собой высший анализ частотной характеристики звука, т. е. отражение частоты колебаний звуковой волны. Поскольку именно частота звуковых колебаний определяет своеобразие данного звука в звуковом ряду, постольку звуковысотное ощущение занимает центральное положение среди всех качеств человеческого слуха.

Абсолютная звуковысотная чувствительность наиболее высока по отношению к звукам средней частоты от 1000 до 3000 *гц*. Абсолютная звуковысотная чувствительность особенно сказывается в дробном анализе сложного звука, в разложении его на составляющие частичные тоны.

Различительная звуковысотная чувствительность характеризуется величиной, обратно пропорциональной разностному порогу. Для разных тонов эта величина изменяется. Она является более или менее постоянной в интервале между 500—3000 *гц*, а именно — около 0,003 прироста к исходной величине. В переводе на добавочную минимальную величину к исходной величине это будет значить (при ощущении звука в 1000 *гц*) едва заметное ощущение различия при прибавке 3 *гц*. При понижении частоты величина разностного порога повышается (а чувствительность уменьшается) и при 50 *гц* достигает величины 0,01. При слушании обоими ушами (бинауральном слухе) разностный звуковысотный порог понижается в $1^1/_2$—2 раза, с чем соответственно связана большая звуковысотная чувствительность бинаурального слуха (сравнительно с монауральным слухом).

Для обозначения минимальных различий по высоте пользуются особой величиной (центом), являющейся сотой долей одного темперированного (настроенного) полутона. Различие в полутоне равно 100 центам, а различие в тоне равно 200 центам. Теплов на основе собственных опытов и обобщений данных других исследований установил, что величина порога звуковысотного различения у большинства людей находится в пределах от 6 до 40 центов в средних октавах (особенно в первой). В отдельных случаях эта величина снижается до 3—4 центов, т. е. имеет место исключительно высокая звуковысотная чувствительность.

Вместе с тем исключительно низкая звуковысотная чувствительность в отдельных случаях может доходить до 200 центов и больше.

Тепловым показано, что звуковысотная различительная чувствительность становится более тонкой с возрастом, т. е. у взрослых она выше сравнительно с детьми. Интересно сопоставить этот факт с тем, что абсолютная звуковысотная чувствительность, напротив, у детей выше, нежели у взрослых. Значит, для развития разностной чувствительности к высоте звуков необходимо накопление опыта *сравнения* звуков, т. е. дифференцировка раздражителей по высоте тона возможна лишь благодаря условнорефлекторному механизму развития этой формы слуховой чувствительности.

Звуковысотная чувствительность развивается в процессе музыкального обучения и воспитания, т. е. в процессе специальных упражнений на дифференцировке звуков по высоте. Дети, обучающиеся музыке, дают более высокие показатели чувствительности, чем дети, музыкой не занимающиеся. В силу этого же у музыкантов звуковысотная различительная чувствительность намного выше, чем у людей, не занимающихся музыкой. Прямыми опытами Теплова по упражнению этой формы чувствительности установлено, что за короткий период разностные пороги могут быть снижены (например, за семь сеансов Теплов снизил у одного испытуемого величину порога с 226 до 94 центов, у другого — с 32 до 16 центов и т. д.).

В опытах Теплова показано, что одной из причин исключительно низкой звуковысотной чувствительности является полная неотдифференцированность между ощущением высоты и тембра. Повышение чувствительности в этих случаях становится возможным путем специальных упражнений на выделение высоты звука из первоначально нерасчлененного высотно-тембрового впечатления.

Ощущение тембра

Тембром называется отражение акустического состава сложного звука, а именно числа, порядка и относительной силы частичных тонов (как гармонических, так и негармонических). Тембр является высшим анализом созвучий, которыми фактически являются отдельные звуки, ощущаемые в своем высотном и громкостном воздействии на единый звук.

Обычно подчеркивают значение для музыкального слуха,— поскольку музыкальный тембр является одной из необходимых предпосылок, — восприятие гармонии. Однако тембр не ограничивается лишь музыкальным слухом. При одной и той

же высоте и интенсивности звуков они отличаются формой колебаний, зависящей от материальных свойств источника звука, обусловливающих характер частичных колебаний. В тембре наиболее непосредственно выражается *предметный* характер звука, изменение его в зависимости от вещества звучащего тела. Так, легко различить по тембру звука хрусталь и стекло, различные металлы и т. д.

Различные тембры человеческих голосов, зависящие от особенностей голосового аппарата, позволяют дифференцировать сходные по высоте и громкости голоса, воспринимаемые на расстоянии. Иначе говоря, для слышащего человека тембр является одним из признаков распознавания по звуку самого предмета, его особенностей, определяющих форму колебаний звуковой волны.

По этой причине мы отличаем по звуку, какие музыкальные инструменты звучат даже при условии тождества высоты и громкости тонов различных инструментов. Так же точно отличаются друг от друга характерными тембровыми особенностями сходные по высоте голоса певцов (басов, баритонов, сопрано и т. д.).

Тембр в человеческом голосе и музыкальной деятельности является одним из важнейших средств эмоциональной выразительности. Источником высокого развития тембровых различений и особенностей является речь как средство общения, возникшая на основе звукового строя общенародного языка.

Теплов показал, что отделение тембра от высоты звука, с которой он непосредственно связан, есть обратная сторона того процесса, который он назвал вычленением музыкальной высоты. «Только тогда, — пишет Теплов, — когда из первоначального темброво-высотного комплекса вычленилась музыкальная высота, сам тембр становится особым *музыкальным* качеством».[5]

Поэтому музыкальный тембр есть продукт развития музыки: он формируется в процессе музыкального воспитания и музыкальной деятельности. Вместе с тем тембр составляет одну из главных предпосылок образования восприятия гармонии, а следовательно, и целостного восприятия музыкального произведения.

Длительность

Сеченов назвал слух «анализатором времени», имея в виду, что слуховые ощущения того или иного звукового ряда отражают не только разности качеств этих звуков, но и *через*

---

[5] Б. М. Теплов. Психология музыкальных способностей, стр. 94.

них временную последовательность внешних раздражений. Особое значение он придавал ощущению продолжительности или длительности звучаний, которая вырабатывается рефлекторно с раннего детства при образовании звуковых артикуляционных, нерасчлененных во времени движений.

Разность между продолжительностью отдельных звучаний является необходимым условием расчлененных дифференцированных ощущений звукового ряда (речевого или музыкального). Продолжительность или длительность составляет важнейший временный признак распространения звуковой волны и ее воздействия на слуховой анализатор.

Можно предположить, что приспособление слухового анализатора к темпу и ритму воздействующих звуковых рядов, последовательно («сукцессивно») развертывающихся во времени, должно было выработать большую скорость слуховых реакций сравнительно с реакцией других органов чувств.

Исследования скорости психических реакций на различные раздражители в этом отношении представляют несомненный интерес.

Оказалось, что наибольшая скорость двигательной реакции человека имела место именно на звуковой раздражитель (0,192 *сек*). Данные различных исследователей, расходясь в количественных определениях, тем не менее совпадают в качественном сопоставлении типов скорости реакций в зависимости от характера раздражителя. Обобщая эти данные, Корнилов отметил, что «реакции человека на зрительные раздражения протекают в среднем медленнее, нежели на осязательные раздражения, а последние медленнее, нежели на слуховые раздражения».[6]

Наибольшая среди всех остальных реакций органов чувств скорость слуховой реакции имеет свою биологическую предысторию в развитии безусловнодвигательного ориентировочного рефлекса на звук. Но это лишь предыстория. История же этой повышенной скорости слухового ощущения имеет своей основой перестройку слухового анализатора человека на различение звуков речи, ее временного звукового рода. При этом надо иметь в виду, что для распознавания гласных и согласных звуков в слове, промежутков между словами в воспринимаемой фразе необходима большая скорость реакции на каждый отдельный звук речи. О необходимости срочной реакции на звук речи, для того чтобы его уловить, свидетельствует следующий факт. При электрофизиологической записи слогов «де» и «ба», произнесенных мужским голосом на высоте 165 *гц*, оказалось, что длительность согласной «д» в первом

---

[6] К. Н. Корнилов. Учение о реакциях человека. М., 1923, стр. 94.

слоге составила 0,400 *сек*, а для «б» еще меньше — 0,025 *сек*. Длительность гласной «а» для мужского голоса (110 *гц*) оказалась от 0,01 до 0,36 *сек*, а для женского голоса (229 *гц*) — 0,09—0,26 *сек*.

Имеется очень много индивидуальных различий в скорости произнесения звуков речи (от очень быстрой до замедленной речи). Слух человека должен быть готовым к любому темпу воспринимаемой речи другого человека. Несомненно, что эта *социальная* необходимость породила чрезвычайную быстроту слуховых реакций человека. К тому же звук как сигнал, действующий на расстоянии, должен был способствовать выработке у человека *срочных* установочных реакций мозга, как это подчеркивал Ухтомский.

Именно временные признаки звука (кратковременность или продолжительность) повлияли на выработку таких срочных и установочных рефлексов. Поэтому *время* звука и временные соотношения звуков имеют определяющее значение для распознавания многих, особенно согласных звуков речи.

Ржевкин подчеркивает, что «в распознавании некоторых согласных высота звуков не может играть роли»,[7] если учесть, что минимальное время, необходимое для отчетливого ощущения высоты тона, равняется $^1/_{20}$ *сек*. При определенных условиях упражнений возможно ощущение тона при очень коротких звуковых импульсах в пределах тысячных долей секунды. Мгновенное ощущение высоты звука тем отчетливее, чем ближе оно к зоне звуков речи, т. е. к центральной зоне звукового регистра.

Большое влияние на развитие временного анализа звукового ряда оказала музыка и развитие музыкального ритма.

По Теплову, ритм есть закономерное «расчленение временной последовательности раздражений на группы, объединяемые вокруг выделяющихся в том или ином отношении раздражений, т. е. акцентов».[8] Следовательно, ритм есть не простая временная последовательность, а временное дробление на группы посредством выделения опорных моментов или акцентов. Эти моменты или акценты являются как бы точкой отсчета времени для ритмических движений (всего тела, рук, речедвигательного аппарата и т. д.). «Чувство ритма в основе своей имеет моторную природу».

Но известно, что одной из наиболее ритмически организованных совокупностей движений является членораздельная речь. Нетрудно заметить, что не только в музыке, но и в речи

[7] С. Н. Ржевкин. Слух и речь в свете современных физических исследований. М.—Л., ОНТИ, 1936, стр. 77.

[8] Б. М. Теплов. Психология музыкальных способностей, стр. 271.

имеет место расчленение временной последовательности звуков на определенные группы, объединяемые вокруг «выделяющихся раздражений» или акцентов.

Внутри отдельного слова этими точками отсчета времени являются начальные звуки слога, а слог представляет собой группировку значимых для человека звуковых раздражителей. В фразе такими точками отсчета являются отдельные слова в зависимости от их грамматического значения. Можно думать, что организованный ритм в музыке, ощущение которого составляет основу длительности музыкально-слуховых ощущений, есть перенос в область искусства звукоритмической временно́й природы речи, отражающейся в речевом слухе.

Слух человека (подобно человеческому зрению в отношении пространства) является *естественным измерителем* времени.

Пространственный слух

Слуховой аппарат является не только анализатором времени, но и одним из важнейших анализаторов пространства.

Интересно отметить, что пространственно-слуховое различение имеет исключительно жизненное значение. Само развитие слуха стало необходимым в силу важности для организма сигналов, действующих на расстоянии и предупреждающих организм об опасности или наличии в окружающей среде невидимых в данный момент предметов и веществ, нужных для пищевого обмена организма со средой.

Невидимыми являются эти объекты не только ночью (для животных с хроматическим зрением), но и во многих условиях пространства, обозрение которых невозможно или затруднительно и днем (например, в лесистых или гористых местностях). Поскольку звук всегда есть то или иное акустическое свойство предмета и его среды, постольку звук становится для высших позвоночных животных важнейшим сигналом предмета.

С возникновением и развитием звукового языка как основного средства общения между людьми звуки речи в слове становятся «сигналами сигналов» для человека, которые также воспринимаются на расстоянии.

Сложные животные организмы, обладающие высшей нервной деятельностью, и человек ориентируются в пространстве внешнего мира не только по местоположению, форме, величине и другим пространственным признакам и отношениям видимых предметов внешней среды, но и по местоположению невидимого предмета, являющегося источником звука, и по направлению движения звуковой волны в определенной среде.

В формировании общих механизмов ориентировки ребенка

в пространстве звук играет очень важную роль. Ориентировочный рефлекс на звук способствует расширению полей зрения, вызывает повороты головы и корпуса тела в сторону звука, т. е. расширяет видимое пространство для ребенка уже в первые месяцы жизни. Любопытно, как первоначально ребенок пытается «увидеть» звук, т. е., реагируя на его местоположение и направление, он не сразу осознает особенность несводимости к видимому предмету, свойство самого звука. Если перед ребенком 6—7 месяцев произвести такое действие: постучать пальцем по предмету, — то ребенок возьмет руку взрослого, затем возьмет предмет и будет их рассматривать, как бы желая увидеть самый звук, произведенный их взаимодействием. Затем ребенок повторит это действие-постукивание несколько раз. Можно заметить, что самое элементарное знание о звуке у ребенка возникает в процессе замыкания временной связи между движениями рук и взаимодействием тел, вызывающих звук. Все усложняющаяся совокупность таких временных связей составляет основу тех ассоциаций, которые образуются в мозгу между различными предметами и их звуковыми свойствами. На основе этих ассоциаций образуется значительно более сложная способность определять расстояния между человеком и внешним предметом по звуку, местонахождение предмета по звуку, направление движения звуков и т. д.

Новейшие исследования Бронштейна, Алексеенко, Блинкова и других показали несомненную связь, существующую между слуховой ориентировкой в пространстве и движениями человеческого тела (особено поворота головы), а следовательно, соответствующими мышечно-суставными ощущениями. Поэтому не является неожиданным, что расстройства слухо пространственного различения (главным образом определение направления звука) особенно тяжелыми являются при поражениях височно-теменно-затылочной области, а также нижнетеменной области коры головного мозга. Это значит, что в основе слухопространственного различения лежит система связей между слухом, мышечно-суставными ощущениями и пространственным зрением. Конечно, ведущим в этой ассоциативной системе является слух. Возникает вопрос: какой же именно механизм слуховых ощущений входит в эту ассоциативную систему? На этот вопрос прежде всего дают ответы описанные выше опыты Быкова по изучению условных рефлексов у собаки с рассеченным мозолистым телом, которые показали, что слух у такого животного остается без изменений в отношении дифференцировки интенсивностей и высоты звуков, но полностью исчезает дифференцировка направления звука, что в основе определения местоположения источника

звука лежит парная работа больших полушарий. Понятно, что такая парная работа является объединением, синтезом звукоразличительной работы мозгового конца каждого из полушарий. Иначе говоря, пространственно-слуховое различение есть наиболее позднее (в индивидуальном развитии) и сложное образование звукоразличительной деятельности головного мозга.

Что же является периферическими механизмами слухопространственного различения? Ответ на этот вопрос дает знакомство с путями *обоих* слуховых нервов, каждый из которых (начиная со среднего мозга) входит своими частями в каждое из полушарий. Следовательно, каждый из мозговых концов слухового анализатора регулирует деятельность *обоих* ушей в какой-то определенной функции *каждого* из них.

Наконец, слуховые рецепторы, как и зрительные, являются *парными*, симметрично расположенными по отношению друг к другу по бокам головы (в среднем 18—19 *см* анатомического расстояния между ушами).

До постановки проблемы слуховой ориентировки в пространстве как самостоятельного вопроса этому факту парности слуховых рецепторов не придавалось особого значения. Отмечалось лишь, как мы видели раньше, что наличие у человека двух приемников звука *удваивает* ощущение громкости (сравнительно со слушанием одним ухом), повышает звуковысотную чувствительность в $1^1/_2$—2 раза по сравнению со слушанием одним ухом. Имелось в виду, следовательно, что слушание двумя ушами (бинауральный слух) лишь количественно отличается от слушания одним из ушей (монауральным слухом), превосходя последнее.

Качественное своеобразие бинаурального слуха открылось лишь в ходе специального изучения роли бинаурального слуха в ощущении *направления звука*. Оказалось, что именно в этом пространственном различении и заключено качественное своеобразие совместной работы обоих слуховых рецепторов. Местоположение источника, откуда приходит звук, определяется человеком при следующих условиях: 1) при одновременном слушании обоими ушами, т. е. при сопоставлении показаний одного и другого уха одновременно; 2) когда звук представляет собой шумы или сопровождается шумами, тогда как для чистых тонов и гармоний направление звука определяется относительно хуже; 3) когда источник звука находится вблизи от средней (медиальной) длины головы, т. е. между обоими ушами; 4) когда определяется направление в горизонтальной плоскости (правое —левое), а не в вертикальной плоскости (вверх — вниз) или в плоскости вперед — назад. Перечисляя эти условия, Ухтомский подчеркивал, что ориентировка в про-

странстве посредством слуха, как и посредством зрения, обостряется в особенности сопоставлением показателей во времени с симметричных одноименных рецепторов (обоих ушей).

Изучение процесса распознавания направления звука обоими ушами показало, что имеется определенная зависимость от *времени прихода звукового сигнала к одному и другому уху,* а также от выпуклостей лица как затеняющей ширмы. Чем больше разность между временем прихода звука к каждому из ушей, тем больше возможность дифференцирования направления. Это положение особенно относится к низким тонам с их малым числом частот и редкостью колебаний (более значительными временными промежутками между ними).

Поэтому различение направления должно быть более точным относительно низких тонов. Невысокие тоны (ниже 800 *кол/сек*) дают отклонения в одну и ту же сторону (правую или левую) до тех пор, пока не начинается симметричное двоение источника звука вправо и влево. Оказалось, что и в области слуха, подобно двойственным изображениям при резкой диспаратности раздражения глаз, имеется подобное же явление «двоения» одного звука при слушании обоими ушами таких тонов, идущих в направлении в сторону от средней линии головы.

При действии звуков более высоких тонов (800—1500 *кол/сек*) угол смещения локализуемого звука становится все более значительным. Точность ориентировки относительно положения звучащего тела возрастает с удалением последнего на большие расстояния.

Можно сказать, что разность по времени и фазам возбуждения между двумя сигнализациями в кору головного мозга от обоих ушей и составляет основу дифференцировки направлений звука.

При бинауральном слухе имеет место не только определение направления звука, но и сами слуховые образы изменяются, как бы перемещаясь по определенной траектории. При небольших громкостях траектория слухового образа кажется горизонтальной. При увеличении громкости кажется, что траектория звука подымается и вместе с тем приближается к голове спереди. При больших громкостях траектория звукового образа кажется почти вертикальной и как бы проходит внутри головы. Иногда она располагается сзади головы, особенно в случаях большого расхождения разностей проведения звука в обоих слуховых органах.

Как и в пространственном зрении лишь умеренная диспаратность порождает необходимые для дифференцировки видимые расстояния, так и в пространственном слухе лишь умеренная разность показаний обоих ушей (разновременных фаз

возбуждений) способствует правильному отнесению слухового образа к местоположению звука.

По обоим слуховым нервам происходит передача нервных импульсов, совпадающих со звуковой частотой, разность времени прихода которых в кору и составляет основное условие слухового отражения пространства.

Установлено, что бинауральный слух точнее при определении горизонтального направления звука. Одной из причин этого обстоятельства является несимметричная форма головы и форма ушных раковин, фокусирующих звуки спереди и с боков. Но эта причина не является решающей, несмотря на ее значение. Другой, более важной причиной является то, что объективно более значимыми и частыми в жизни человека являются сигнальные действия звуков, расположенных именно по горизонтальной плоскости, параллельно поверхности земли. Большая точность распознавания звуков по горизонтальному направлению определяется также и тем, что по этому же направлению на голове расположены симметрично оба уха. Как показал Бронштейн, «физиологическая середина между обоими ушами по этой плоскости не совпадает с геометрической серединой». Как и в бинокулярном зрении, в бинауральном слухе отмечается функциональное неравенство обоих слуховых рецепторов. Вследствие этого неравенства, обусловленного возникающим преобладанием одного из очагов возбуждения (в одном полушарии) над другими (в другом полушарии).

Специальное изучение соотношения точности определения направлений бинауральным слухом было проведено Драпкиной. Согласно этим данным, наиболее точными являются бинауральные показания о правом (96,8%) и левом (89,6%) направлениях. Правое направление при всех длительностях и громкостях оказывается на первом месте. Переднее направление звука также хорошо дифференцируется (83,0% правильных ответов), но с ним чаще всего смешиваются заднее и верхнее направления (пространственные ошибки или иллюзии слуха).

Более чем вдвое сравнительно с передним и левым направлением снижается точность дифференциации верхнего положения звука (36,2%) и заднего его положения (34,6%). Локализация этих направлений в наибольшей степени зависит от длительности и громкости звука.

Как и в области пространственного зрения, не сводимого к остроте зрения, эти сложные функции пространственно-слухового различения направления и расстояния звука не сводятся к остроте слуха, хотя последний играет известную роль в слуховом различении пространства.

Острота слуха

Под остротой слуха понимается минимальный порог слышимости при данной частоте звука. Острота слуха определяется при помощи звуков камертона, часов, шепотной речи или специальных электроакустических приборов (аудиометров), определяется слышимость этих звуков на определенных расстояниях (при постепенном приближении в случаях снижения остроты слуха или частичной глухоты). Острота слуха

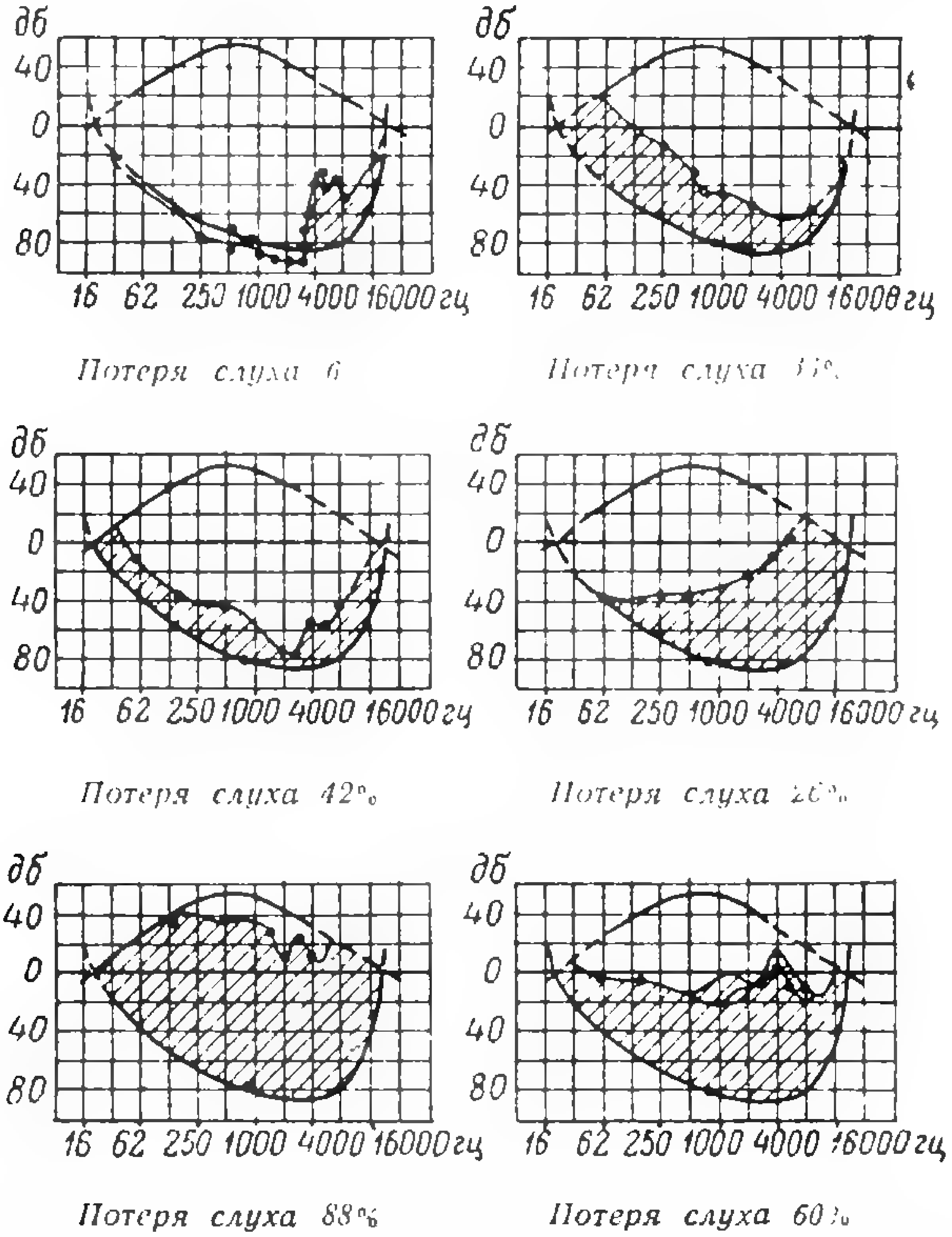

Рис. 22. Аудиограммы слуха для различных случаев глухоты.

испытывается на каждое из ушей раздельно и на бинауральный слух. Нормальной является острота слуха с границами от 16—20 до 20 000 *гц*. В этом смысле острота слуха определяется движением абсолютных порогов ощущений высоты звука. Но в отличие от обычного исследования звуковысотного слуха при постоянстве положения источника звука в данном случае изучается состояние слухового аппарата при изменяющейся громкости звука одной и той же частоты колебаний в зависимости от приближения или удаления звука.

Таким образом, *острота слуха есть целостное сочетание ощущений высоты и громкости звука* при определенных изменениях расстояния.

Поэтому о том или ином снижении слуха («потере слуха») можно судить по тому, как изменяется на более удаленных расстояниях соотношение чувствительности с высотой и силой звука. На рис. 22 показаны типичные кривые малой и большой потери слуха, определенной аудиометром. Можно видеть, что при малой потере в 6% (рис. 22) выпадает слуховое различение высоких тонов свыше 3500 колебаний и в пределах от 80 до 35 *дб* на большую часть высоких тонов. При тяжелой утрате слуха, т. е. большом снижении остроты слуха, сохраняется лишь небольшой «островок» различимого регистра тонов (преимущественно в области 1000—4000 *гц*), но лишь для очень большой громкости этих звуков на малом расстоянии от человека.

Речевой слух

Звуковой строй родного языка определяет развитие человеческого слуха, особенности его звуковысотной громкостной и тембровой характеристик, а также дифференцировки по слуху временных интервалов. Слух человека неразрывно связан с речью, причем не вообще речью, а именно речью на данном родном языке. Усвоение звукового строя иностранного языка человеком всегда относительно к тому, какой речевой слух выработался у человека на основе родного языка. Поэтому русскому человеку легко привыкнуть к слушанию звуков речи других славянских языков (например, болгарского или чешского), сходных по звуковому строю с русским. Напротив, до специального изучения далеких от нашего звукового строя языков (например, английского или французского) мы с трудом вычленяем отдельные звуки ряда слов и фраз, оказываемся как бы «глухими» по отношению ко многим звукам иностранного языка. Человеку, усваивающему русский язык, многие звуки русской живой речи первоначально вовсе не слышатся, а дифференцировка звонких и глухих согласных, шипящих согласных или йотированных гласных («е», «ё», «ю») требует перестройки его речевого слуха, сложившегося на основе другого звукового строя.

На основе звукового строя родного языка складывается прочная система связей слухового анализатора с особенностями данного строя языка, у человека формируется *различительная чувствительность к звукам родной речи,* базируясь на которой, человек может усваивать любой другой язык, срав-

нивая по сходству и контрасту звуки другого, иностранного языка.

Единство слуха и речи обусловлено всем историческим развитием языка и его ролью в общественном развитии. Поражение речи приводит к расстройствам слуха, а расстройства слуха — к тем или иным изменениям голоса и речи. Между членораздельной «моторной» речью и слухом с раннего детства образуется прочная связь, ассоциация, разрушимая лишь поражением той или иной части слухового анализатора (рецептора слуха, слухового нерва или мозгового конца).[9]

По этой причине очень редко встречаются раздельно глухота и немота, а обычно имеется комбинированное расстройство в виде глухонемоты. При мозговых заболеваниях с поражением височных долей имеет место первичное расстройство коркового слуха, за которым следует особое расстройство речи (расстройство восприятия и понимания речи, а также искаженность самой двигательной речи больного).

Речевой слух составляет основу восприятия человеком связной речи, т. е. определенного соотношения слов в целостной фразе, обусловленного правилами грамматического строя языка. Восприятие человеком связной речи возможно лишь благодаря единству речевого слуха, речи и мышления. Но непосредственной предпосылкой восприятия связной речи является именно речевой слух в своих двух формах: абсолютной и различительной слухоречевой чувствительности.

Абсолютная слухоречевая чувствительность определяется по минимальной величине звука речи (гласного или согласного), которая обусловливает едва заметное ощущение звука именно как речевого звука. Как установлено, эти величины различны для каждого из звуков данного языка. Ощущение каждого отдельного звука речи является очень сложным, отражая высоту, тембр, громкость, длительность каждого звука. Так же, как различны по произношению (речевым движениям) гласные и согласные звуки, различно и ощущение этих звуков. Ощущение гласного звука представляет собой анализ тона этого звука с вычленением частичных гармонических тонов, входящих в данный гласный звук. Таким образом, ощущение гласного звука с чрезвычайной скоростью вычленяет эти частичные тоны гласного звука, названного формантом. Гласные «а», «о», «у», на какой бы высоте они ни произносились, всегда имеют определенную область усиления этих частичных тонов: например, для «а» — около 1000 *гц*, для «у» —

---

[9] Новейшие исследования А. Н. Леонтьева доказывают непосредственное участие в механизме слухового различения эффекторных аппаратов (голоса и речи).

около 300 *гц*. Некоторые гласные звуки имеют две области резонирующих частичных тонов. Например, для «и» одна область лежит в области низких звуков — 300 *гц*, другая — в области высоких звуков — 3000 *гц*. Некоторые исследователи считают, что для всех без исключения гласных звуков характерны два форманта: один в области низких, другой — в области высоких звуков.

Важно отметить, что среднее время длительности гласного звука около 0,35 *сек*, причем особое значение имеет время установления этого звука — в 0,040 *сек*. Требуется *срочная* реакция слухового анализатора для того, чтобы обеспечить ощущение отдельного гласного звука (по высоте и тембру при различных громкостях, до шепотной речи включительно).

Согласные звуки представляют собой в акустическом отношении непериодические процессы (шумы), различающиеся между собой степенью непериодичности или наличием элементов периодических колебаний. Согласные «м», «н», «л» близки к гласным в силу наличия в их составе периодических колебаний, т. е. тонов. В ряде согласных звуков имеются частичные составляющие тоны, причем в области значительно более высоких тонов. Так, например, согласный «р» имеет форманты в области от 900 до 1800 *гц*, согласный «ш» имеет форманты в области 2000 и около 4000 *гц* и т. д. Длительность согласных звуков еще меньшая, чем длительность гласных звуков, она колеблется от 20 до 300 *тысячных долей секунды*.

«Характерные особенности согласных,— пишет Ржевкин,— лежат не только в них самих, но и в длительности процесса установления следующих за ними гласных».[10]

Взаимодействие согласных и гласных звуков осуществляется в каждом слоге. В процессе овладения языком, когда лишь еще устанавливаются сложные временные связи второй сигнальной системы, ребенок ощущает слоговые звуки как нерасчлененный комплекс, постепенно выделяя из слога отдельные звуки. Раньше всего анализируются ребенком гласные звуки, от которых первоначально не отделяются согласные в данном слове. В силу этого же ребенок не осознает еще самостоятельности согласного звука.

До обучения грамоте ребенок относится к звукам речи как к бесконечной и неповторяющейся массе звуков. Для ребенка столько же звуков «а» или «м», сколько он слышит слогов или слов с этими буквами. В процессе первоначального обучения грамоте на основе звукового аналитико-синтетического метода обучения письму и чтению у ребенка вырабатываются устойчивые представления о звуках речи независимо от того

---

[10] С. Н. Ржевкин. Слух и речь, стр. 269.

или иного его сочетания с другими гласными и согласными.

Как показывают исследования Орфинской, Опцель и других, опорную роль в этом образовании представлений о звуках речи играют согласные звуки. Вторичный анализ звуков речи (на основе обучения грамоте) отправляется от согласных к гласным звукам, что будет рассмотрено дальше. Развитие абсолютной чувствительности к гласным и согласным звукам зависит от формирования различительной речеслуховой чувствительности, дифференцировки согласных звуков между собой, дифференцировки гласных звуков. Оба эти ряда дифференцировки влияют друг на друга, ускоряя процесс различения, поскольку те и другие звуки в реальном восприятии слова даны в единстве и взаимодействии.

Слуховая дифференцировка гласных звуков в русском языке определяется тем, что имеется минимальное различие между некоторыми рядами гласных звуков (и — й, и — ы, у — ю, о — е, а — е, е — э и т. д.).

Дифференцировка по слуху согласных звуков определяется сходством ряда звуков, отличающихся лишь «звонкостью» или «глухостью» (например, «б» и «п», «д» и «т»). В зависимости от смысла слова изменяется мягкость и твердость одного и того же согласного звука (например, «моль» и «мол», «мел» и «мель», «мед» и «медь» и т. д.), что типично для звукового строя языка.

Трудно для слуховой дифференцировки установление различий между шипящими звуками (например, «ш» и «щ») и т. д.

Эти едва заметные для непривыкшего еще к данному звуковому строю различия называются малыми фонематическими разностями. Дифференцировка этих малых разностей формируется лишь в самом процессе речи.

Систематический анализ детьми звуков родной речи в процессе обучения резко повышает различительную слухоречевую чувствительность и обеспечивает сознательное восприятие связной речи.

Музыкальный слух

Музыкальный слух есть особая специальная форма человеческого слуха, обусловленная общественно-исторической природой музыки и музыкальной деятельности. Музыкальный слух есть прежде всего форма эстетического восприятия действительности, поэтому в данном разделе можно рассмотреть лишь некоторые его составные моменты, представляющие собой особое и высокоспециализированное развитие слуховых ощущений. К этим моментам относятся абсолютный и относи-

тельный слух, мелодический и гармонический слух, ощущение музыкального ритма. Из этих моментов трудно отделить собственно ощущения музыкальных звуков от эстетического восприятия и переживания музыки. Здесь же отметим наиболее общие и основные свойства этих сторон или моментов музыкального слуха. Абсолютным слухом называется способность «узнавать или воспроизводить высоту отдельных звуков, не соотносящихся с другими, высота которых известна» (Теплов). Человек с абсолютным слухом может узнать или воспроизвести голосом любой звук по высоте без сопоставления его с другим. Иначе говоря, такой обладатель абсолютного слуха имеет настолько развитый внутренний звуковысотный различительный слух, что не нуждается в опоре на сравниваемый другой звук. Это обстоятельство (развитость внутреннего слуха или звуковысотных представлений) и заставляло некоторых утверждать, будто абсолютный слух есть форма «музыкальной памяти». Однако Теплов доказал, что абсолютный слух — это качественное своеобразие ощущений музыкального звука, проявляющееся в процессах узнавания и воспроизведения звука. Хотя вне процессов памяти абсолютный слух никак практически не проявляется, но он есть прежде всего особенность ощущений. Она заключается в том, что человек оказывается способным слышать в изолированном звуке его музыкальную высоту, отдифференцированную от тембровых компонентов данного звука.

Пассивный абсолютный слух проявляется лишь в узнавании высоты музыкального звука без воспроизведения голосом этой высоты звука. Активный абсолютный слух проявляется не только в узнавании высоты, но и в произвольном голосовом воспроизведении данного изолированного звука.

Относительным музыкальным слухом называется звуковысотное ощущение музыкального звука при сравнении его с каким-либо другим звуком по высоте. В таком случае звуковысотный слух не отдифференцирован полностью от тембрового слуха в отношении тех же звуков.

Более сложными формами музыкального слуха являются мелодический и гармонический слух. Мелодическим слухом Теплов называет музыкальный звуковысотный слух по отношению к созвучиям или (в широком смысле слова) к многоголосной музыке. Основой восприятия музыки является мелодический слух, на базе которого развивается и слух гармонический. В отношении последнего важно отметить, что ощущение слияния звуков различно по отношению к консонансам и диссонансам.

Консонирующие интервалы дают гораздо большую степень слияния, нежели диссонансы. Переход от тембрового к гармо-

ническому восприятию созвучий означает переход от простого ощущения к сложному, в котором сочетается одновременно несколько слышимых высот различных музыкальных звуков. Ощущение музыкального ритма заключается в дифференцировке временного ряда музыкальных звуков по длительности, в разложении этого ряда на определенные группы, отделенные друг от друга акцентами.

Ощущение музыкального ритма зависит от развития самих ритмических движений при занятиях музыкой и музыкальной деятельностью.

Музыкальный слух во всех своих сторонах и формах воспитуем: он развивается в процессе обучения музыке, а особенно в процессе самостоятельной деятельности музыканта.

* * *

Рассмотрение природы человеческого слуха убеждает нас в том, что эта природа есть продукт человеческой *истории*. Будучи продуктом первой сигнальной системы высшей нервной деятельности человека, слух вместе с тем входит составной частью во вторую сигнальную (речевую) систему, ею обусловливаясь и на нее влияя. Поэтому можно сказать, что с изменением временных связей второй сигнальной системы постоянно изменяются *механизмы* человеческого слуха. Этим определяется бесконечный рост возможностей человеческого слуха, обслуживающего язык, а на его основе речь и мышление самым ближайшим, непосредственным образом.

ГЛАВА VI

ВИБРАЦИОННЫЕ ОЩУЩЕНИЯ

Периодические изменения давления среды и вибрационные ощущения

Внешний мир воздействует на организм человека многообразно, в том числе и давлением среды на поверхность тела человека. Анализ давления и прикосновения отдельных предметов внешнего мира к кожной поверхности человеческого тела осуществляется тактильными (осязательными в узком смысле этого слова) ощущениями. Но *периодическое* изменение давления в виде колебаний воздушной среды и движущихся тел отражается своеобразно в качестве *вибрационных ощущений*. Различные колебания воздуха, вызываемые движущимся телом, отражаются различно в зависимости от числа колебаний в секунду воздушной волны.

Установлено, что звуковые волны оказывают двойное воздействие на кору головного мозга человека: через слуховой рецептор и через механизм вибрационной чувствительности. Оба эти механизма находятся по отношению друг к другу в противоречивых отношениях: слуховой анализатор подавляет механизм вибрационных ощущений, вследствие чего при нормальном слухе человек не ощущает множества периодических изменений давления, вызываемого колебаниями движущихся тел в окружающей среде. Тем не менее оказывается, что есть область звуковых колебаний, которые отражаются не в виде слуховых ощущений (громкости, высоты, тембра звука), а именно в виде вибрационных ощущений. Такой областью является область инфразвуков, т. е. сверхнизких звуковых колебаний с минимальным (а следовательно, и наиболее редким по временным промежуткам) числом колебаний в секунду. Давление воздушной среды на поверхность тела человека производит одновременно и ощущение тактильное (кожно-осязательное). Однако самостоятельность вибрационной чувстви-

тельности в настоящее время не вызывает сомнений. При кокаинизации кожи или охлаждении ее хлорэтилом вибрационные ощущения становятся более резкими, отчетливыми и приобретают болезненный характер. Следовательно, не только слуховые, но и тактильные ощущения тормозят эти своеобразные вибрационные ощущения.

Но быть в заторможенном состоянии не значит отсутствовать. После работ Ухтомского известно, что затормаживаемые нервные центры свою нервную энергию отдают господствующему очагу возбуждения, усиливая возбуждение в данном центре, т. е. доминанте нервного возбуждения. Поэтому возбуждение вибрационных механизмов тела имеет значение для усиления как слуховых, так и тактильных ощущений.

Но такое торможение механизмов вибрационной чувствительности имеет место лишь за пределами действия области инфразвуков. В пределах этой области, т. е. наиболее длинных звуковых волн, раздражения вызывают именно вибрационные ощущения, частично сопровождающиеся тактильными ощущениями при полном отсутствии еще собственно-слуховых ощущений.

Установлено, что едва заметное ощущение вибрации возникает при сообщении телу 6—8 *кол/сек.* Эта *величина является абсолютным порогом вибрационных ощущений.* Однако эта величина не является постоянной. В определенных условиях производственной деятельности (например, при работе на станках с переменной скоростью резания металлов) вибрационная чувствительность повышается, а абсолютный порог снижается. В этих условиях получает особое развитие вибрационная разностная чувствительность. Ярмоленко пишет, что «условием выделения и осознания вибрационных ощущений является значение вибрации как показателя работы машины (мотора, станка, двигателей разных типов) для наблюдающего за ним рабочего. Изменение вибрации, даже незначительное, воспринимается как показатель изменения хода машины, требующего немедленного действия в ответ. Здесь интерпретируются малейшие, не существующие для постороннего наблюдателя колебания в ритме и силе вибрации. С другой стороны, если вибрация является пассивным спутником хода рабочего процесса, но не значимым его показателем, то при ее сильном и длительном воздействии чувствительность к ней может понизиться в большей мере».[1] Следовательно, когда дифференцировка вибраций становится жизненно необходимой, кора головного мозга отвечает на вибрации

---

[1] А. В. Ярмоленко. Тактильно-вибраторная чувствительность при потере слуха и зрения. Уч. зап. ЛГУ, № 119, 1949, стр. 42—43.

сенсибилизацией механизмов вибрационных ощущений и при нормальном состоянии слухового и тактильного анализаторов. При этом условии дифференцировка вибрационных раздражителей, их отделение от высоты и тембра и громкости звука может переходить из области инфразвуков в область слышимых низких звуков (до 500 *гц*). Ощущение вибраций звуковых волн без отражения их частоты, силы и формы колебаний в любой части звукового спектра оказывается, однако, возможным лишь при полной потере слуха. Поэтому у глухонемых и особенно у слепоглухонемых вибрационная чувствительность резко повышается. Сенсибилизированные механизмы вибрационной чувствительности используются при обучении глухонемых речи путем образования у них вибрационно-тактильных условных рефлексов. По данным Могильницкого, в результате систематических занятий по различению звучащей (но воспринимаемой не как звучащая, а лишь как вибрирующая) речи с помощью специально сконструированных вибраторов глухонемые дети получают возможность (пальцами и ушными раковинами) ощущать вибрации звуков речи, различать их частоту и интенсивность, а затем дифференцировать отдельные слова и фразы. При передаче звучащей речи через вибротелетакторы особой конструкции восприятие речи доходило у глухонемых без остатков слуха за 10—12 занятий до 83%. «Выяснилось, что кроме вибрационного распознавания фонем как элементов слов дифференцируется ритм, темп, выражение, ударение, повышение и понижение тона...»[2]

Таким образом, при полной потере слуха вибрационная чувствительность растормаживается и за пределами области инфразвуков, замещая звуковую чувствительность и в зоне 1000—3000 *кол/сек* (для нормально слышащего человека — зоны слышимых звуков речи).

Еще большее значение приобретает развитие разностной вибрационной чувствительности у слепоглухонемых. Известная своим научным трудом «Как я воспринимаю мир» слепоглухонемая Скороходова показала, что вибрации различных частот (от самых малых до самых больших) становятся сигналами внешних изменений в окружающей среде для слепоглухонемого человека. По вибрации пола она определяет не только походку определенного лица, но и перемену в обуви идущего, а также передвигание мебели в комнате, ссыпание угля в подвальной кочегарке и т. д. Особенно интересны для характеристики высокого развития вибрационной различительной чувствительности показания Скороходовой о вибраторном

---

[2] А. В. Ярмоленко. Тактильно-вибраторная чувствительность при потере слуха и зрения. Уч. зап. ЛГУ, № 119, 1949, стр. 42.

восприятии ею музыки. Вибрационные ощущения у Скороходовой усиливались, если она во время «слушания» музыки держалась рукой за крышку рояля или, сидя в отдалении от него, держала свой берет в обеих руках. Включение тактильно-кинестетических ощущений усиливало у нее вибрационные ощущения посредством отражающего звуковые колебания незвучащего тела. Можно думать, что явление резонанса имеет для вибрационной чувствительности значение, вполне аналогичное слуховой чувствительности. *Контрастность* редких и частых колебаний также усиливает у слепоглухонемых вибрационные ощущения.

Специальное изучение тактильно-вибраторной чувствительности у слепоглухонемых в работе Ярмоленко приводит к убеждению, что и эта форма чувствительности, обычно слабо развитая у слышащего человека, достигает своего высокого совершенства благодаря воспитанию и обучению в специальных условиях. В этих условиях вибрационная чувствительность замещает (компенсирует) слуховую в выработке сложных временных связей второй сигнальной системы.

Изучение этого вопроса на материале слепоглухонемых является серьезным доказательством того, что вибрационные ощущения не тождественны со слуховым отражением звуковых колебаний, что при торможении последнего вибрационная чувствительность развивается самостоятельно и высоко специализируется.

В пользу же этого говорят и факты более скорого восстановления вибрационной чувствительности после контузии взрывной волной, несмотря на значительно более позднее восстановление слуховой чувствительности после контузионной глухонемоты (Гершуни). Вибрационная чувствительность после перенесенной воздушной контузии исследовалась Гершуни, который нашел, что в этом случае имеется резкое уменьшение времени ощущения контуженными вибрации камертона (в среднем 6 *сек* по сравнению с 23 *сек* у нормально слышащих).

Таким образом, реакция на вибрацию камертона возросла в этом случае приблизительно в 4 раза.

Не только слух, но и зрение тормозящим образом действует на вибрационную чувствительность человека. Но тормозное действие зрения на эту форму чувствительности сказывается уже в другом отношении, а именно в ориентировке в пространстве, которая у видящего человека осуществляется посредством механизмов пространственного зрения. О препятствиях на пути движения нормально видящий человек осведомляется посредством зрения преимущественно. Иначе обстоит дело в случае полной и длительной слепоты. Как

известно, *слепые ощущают препятствие на пути своего движения*. Это ощущение довольно сложно по своим механизмам, так как в условиях относительной тишины сигналом препятствия на *расстоянии* уже не являются слышимые звуки. Как показал Сверлов,[3] тренировка этого ощущения как слухового вообще (относительно к области звуков), или температурного, или тактильного (повышенной лицевой чувствительности) является неправильной. Им приведены многочисленные доказательства, в том числе и данные специальных экспериментов, что ощущения препятствия у слепых обусловлены отражением звуков в зависимости от звукопоглощающих или отражающих свойств вещества того предмета, который является препятствием на пути движения слепого.

Чем больше коэффициент поглощения звука материалом, тем на меньшем расстоянии данный предмет ощущается слепым как препятствие. Большое значение имеет *контраст* между открытым пространством и стоящим на пути одиночным предметом. Мелкий предмет поглощает максимум падающих на него звуков, а отражает минимум. Ощущается он как весьма слабый экран отраженных звуков, особенно при контрасте с большой и твердой массой препятствий. «Именно этим различием акустического сопротивления материалов, — пишет Сверлов, — следует объяснить тот факт, что некоторые слепые замечают изменения в ощущении препятствия при прохождении мимо определенного окна или деревянной двери в каменной стене дома».[4]

Сверлов показал, что ощущения препятствий у слепых возникают при действии таких звуков, которые еще не ощущаются как звуки (т. е. как высота, громкость и т. д.), но производят физиологическое действие на организм. Этими звуками, как установил Сверлов, являются инфразвуки. Можно предполагать, что в основе ощущений препятствия лежит вибрационное ощущение инфразвуков.

Показано, что ощущение препятствий возникает и у зрелого человека в условиях *тишины* и *темноты*.

Следовательно, вибрационные ощущения являются необходимым способом отражения периодических колебаний давления на человеческое тело, получающее то или иное развитие при особых условиях (темноте или тишине для нормально видящего и слышащего человека), в особых условиях работы с вибрирующими телами — машинами, а особенно при выключении зрения, тем более слуха или того и другого одновременно. Изменчивость и зависимость этих ощущений от усло-

---

[3] В. С. Сверлов. Ощущение препятствия и его роль в ориентировке слепых. М., Учпедгиз, 1949.

[4] Там же, стр. 127.

вий жизни и деятельности свидетельствует о том, что, несмотря на относительную нерасчлененность, слабую пространственную локализацию и т. д., вибрационные ощущения являются также специфически человеческими и зависящими от работы коры головного мозга человека.

Механизм вибрационных ощущений

Механизм вибрационной чувствительности недостаточно выяснен наукой. Это следует отметить в отношении как рецептора, так проводников и мозговой регуляции вибрационной чувствительности. Тем не менее имеются некоторые данные, позволяющие составить предварительное суждение об этом механизме. Существует несколько гипотез относительно рецепторов вибрационной чувствительности, каждая из которых располагает известным кругом данных.

Первой из таких гипотез является гипотеза тактильного происхождения вибрационной чувствительности. Она полагает, что рецептором вибрационных ощущений являются обычные тактильные рецепторы кожной поверхности. С этой точки зрения вибрационная чувствительность является как бы переходной ступенью от тактильной чувствительности к слуху, т. е кожным ощущением звуковых колебаний.

В биологии эту гипотезу выдвинул Дарвин, в физиологии — Эрхард, Румпф и др. Против этой гипотезы говорит много фактов, а именно: увеличение вибрационной чувствительности при торможении кожных ощущений (анестезиях), повышение вибрационной чувствительности при прямом действии вибраций на обнаженную кость (сравнительно с костью, покрытой мягкими тканями и кожей) и т. д.

При всем этом нельзя отрицать особой связи вибрационных и тактильных ощущений, но связь эта оказывается неоднозначной и противоречивой.

Вторая гипотеза — костная проводимость вибраций (Двойченко, Маринеско, Щербак и др.) — рассматривает вибрационные ощущения как чувствительность «избирательно-костную». В пользу этой гипотезы говорят факты повышения вибрационной чувствительности при прямом действии вибраций на обнаженную кость, растройства этой чувствительности при заболевании костной системы и т. д. Против этой гипотезы говорит то, что вибрационные ощущения возникают при действии на кожу, кости и многие ткани тела.

Поэтому наиболее правильной следует признать гипотезу, выдвинутую и разработанную Бехтеревым. Согласно его «общетканевой» гипотезе вибрационная чувствительность является одной из самых общих форм чувствительности,

животного организма и человека. По Бехтереву, эта форма ощущений свойственна любой ткани сложного животного организма, поскольку она связана нервами с центральной нервной системой. Кости являются, с этой точки зрения, своеобразными резонаторами вибрационных изменений тканей. Причиной возникновения вибрационных ощущений являются периодические изменения давления в самих тканях, обусловленные действием колебаний движущихся тел, в том числе и тела человека. Вибрационные ощущения возникают при прикосновении камертоном к любой части тела. Эти ощущения усиливаются при условии передачи отражаемых тканью вибраций другой, более упругой ткани (сухожилиям, хрящам, костям, отчасти мышцам). При действии на области тела, имеющие значительные жировые и соединительнотканевые прокладки, требуется увеличение амплитуды и уменьшение частоты колебаний.

Таким образом, согласно гипотезе Бехтерева, подтвержденной многими исследованиями, вибрационная чувствительность свойственна и внешним и внутренним органам человеческого тела, она является как бы отражением *передачи вибраций из внешней среды во внутреннюю*. В этом отличие вибрационной чувствительности от тактильной, являющейся типичной формой внешних ощущений, возникающих при непосредственном взаимодействии кожной поверхности человеческого тела с предметами внешнего мира.

Вибрационная чувствительность имеет много общего со слуховой в отношении специфического раздражения — колебаний звуковой волны. Но слуховые ощущения, во-первых, отражают звуковые свойства этих колебаний и, во-вторых, возникают при действии звука на расстоянии.

Вибрационные ощущения отражают действие звуковых волн на ткани, причем это действие должно быть контактным, т. е. воспринимается при соприкосновении звучащего предмета с тканью тела или при наличии резонанса, оказывающего *давление* на ткани человеческого тела.

Рецепторы вибрационных ощущений *множественны*, в отличие от парности зрительных и слуховых. Каждая ткань с ее чувствительными клетками и нервами может быть таким рецептором, причем между этими многими рецепторами устанавливается взаимодействие посредством резонаторов колебаний, которыми, как указано, являются упругие ткани в организме.

Проводниками вибрационных раздражений в мозг являются волокна в задних столбах спинного мозга, которые не перекрещиваются, в отличие от остальных чувствительных нервов. Судя по ряду данных, проводники вибрационных раз-

дражений идут в мозговой ствол, мозжечок, а затем в большие полушария головного мозга, где входят в различные проекционные зоны коры в зависимости от того, от каких тканей передаются вибрации. Установлено, что при опухолях мозжечка, мозгового ствола, при сотрясениях и отеках головного мозга имеет место расстройство вибрационной чувствительности. В настоящее время еще нет данных о ядрах или центрах вибрационного анализатора в коре головного мозга. Имеющиеся данные позволяют лишь судить о том, что как высший анализ вибрационных раздражений, так и торможение этих раздражений за счет возбуждения тактильных и слуховых аппаратов осуществляется корой головного мозга. Очевидно, имеется большая сеть рассеянных элементов вибрационного анализатора, осуществляющих эти функции.

Каждый вид чувствительности есть результат приспособлений мозга человека к определенной форме вещества и форме движения материи. Поэтому один вид чувствительности может быть близким, сходным с другим, если он отражает определенную сторону общей отражаемой ими обоими формы движений материи. В определенном отношении зрение и осязание *параллельно* отражают один и тот же предмет с разных сторон. Благодаря осязанию слепой человек сохраняет способность распознавать формы, величины, положение внешних предметов осязанием. При развитом и активном зрении осязание тормозится, но осязательные ощущения по закону доминанты усиливают зрительные ощущения.

Вибрационная чувствительность весьма близка к тактильной и слуховой чувствительности, «параллельна» по отношению к общему объекту — воздействию колебаний движущихся тел. В развитом состоянии слух и тактильные ощущения тормозят вибрационные ощущения, но лишь до определенных пределов и в определенной области раздражений. Слуховые и тактильные ощущения включают в себя вибрационные импульсы, усиливаются за их счет. Отмирание вибрационной чувствительности означало бы в действительности ослабление слуха и ослабление тактильной чувствительности. При определенных условиях деятельности нормального человека, как показала Андреева-Галкина, вибрационная чувствительность растормаживается и получает самостоятельное значение. В условиях темноты и тишины нормально видящий и слышащий человек пользуется вибрационной сигнализацией. Глухие и слепоглухие компенсируют в известной мере свою недостаточность специальным развитием вибрационных ощущений. Все это свидетельствует о том, что вибрационные ощущения развиваются у человека в условиях, при которых приобретают значение вибрационные сигналы.

ГЛАВА VII

КОЖНО-ОСЯЗАТЕЛЬНЫЕ (ТАКТИЛЬНЫЕ) ОЩУЩЕНИЯ

Физико-механические свойства предметов и кожно-осязательные ощущения

За последнее столетие в физиологии и психологии возникла необходимость в связи с открытием разнородных фактов и закономерностей в области *осязания расчленить это явление.* Осязательное восприятие состоит из разнородных ощущений: кожно-осязательных, температурных ощущений кожи, болевых ощущений кожи и мышечно-суставных ощущений, т. е. ассоциации всех этих однородных ощущений.

Отождествлять осязание с кожной чувствительностью (тактильной, болевой, температурной) нельзя, так как исключительную роль в активном осязании имеет мышечное чувство.

Отождествлять активное осязание с любым сочетанием кожных и мышечно-суставных ощущений также нельзя, так как оно осуществляется при нормальных условиях *рукой,* а не любой частью тела. Для того, чтобы понять природу осязания, необходимо рассмотреть каждый из составляющих его видов чувствительности и способы их сочетания в руке.

Несомненно, что особую роль в воспринимающей деятельности руки играет взаимодействие кожно-механических (тактильных) ощущений и мышечно-суставных ощущений руки.

В психологии найдены способы изучения изолированного протекания тактильных и мышечно-суставных ощущений, показывающих общее и различное в обоих видах чувствительности по отношению к одному и тому же объекту — внешнему предмету. Поскольку при известных условиях тактильные ощущения самостоятельно отражают предмет подобно осязанию при ощупывании рукой, эти тактильные ощущения могут быть названы *пассивным осязанием* (в отличие от активного осязания при сочетании тактильных ощущений с мышечно-суставными ощущениями руки).

Материальные тела характеризуются основными физико-механическими свойствами предметов: твердостью, прочностью, пластичностью (различными степенями деформации тела), проницаемостью или непроницаемостью (скважностью тела), упругостью, качествами поверхности тела (гладкостью, шероховатостью и т. д.), плотностью, а следовательно, весом. Последнее относится и к жидким телам, оказывающим механическое воздействие на организм своим давлением на поверхность живого тела.

Изучение твердых тел и их движения показывает неразрывную связь механических свойств вещей с формой движения тел (статикой и кинематикой), временем, необходимым для прохождения пути движения этих тел, пространством, в котором находятся и движутся тела внешнего мира. Протяженность, величина, форма, объемность твердых тел, т. е. пространственные признаки, неразрывно связаны с механическими свойствами вещей. В свою очередь материальная масса данного тела, а следовательно, ее протяженность, объем и объемность, величина, форма, по которой тело располагается в пространстве, и т. д. влияют на механическое движение и свойства вещей.

Твердые тела в воздушной и водной среде составляют важные условия жизни животного организма.

Леонтьев правильно отметил, что переход к наземному существованию животных необходимо создавал новые и сложные приспособления поведения в силу особого значения воздействия на них твердых тел. В условиях наземного существования у высших позвоночных млекопитающих должен был получить особое значение наружный покров тела, т. е. кожа.

Соприкосновение наружного покрова тела с поверхностью предметов внешнего мира, особенно твердых тел, возникает как при *движении внешнего* тела, так и при *движении живого* тела, при сближении его с внешним предметом. *Условием соприкосновения является движение тел в том или другом случае.* Сигналы о механических свойствах внешних тел организм получает при известном соприкосновении.

Чувствительность кожи к механическим раздражениям является, следовательно, отражением механических свойств внешних предметов, возникающим при *механическом* взаимодействии живого тела и тел внешнего мира.

Материальным механизмом кожно-осязательных ощущений является сложный нервный механизм, выразительно обозначенный Павловым как *«кожно-механический анализатор»*.

Кожно-осязательные ощущения, являющиеся продуктом деятельности этого анализатора, дают человеку разнообразнейшие чувственные знания о физико-механических свойствах

предмета, отражающего в виде тех или иных ощущений *прикосновения* и *давления*. Характерно, что тактильные ощущения отражают и неразрывную связь механических и пространственных свойств предмета. При воздействии механических свойств предмета на кожу отражается протяженность (общая площадь), величина, а при известных условиях и форма материальной массы данного предмета. Поэтому тактильные ощущения составляют один из важнейших источников восприятия человеком пространства. Следует отметить, что тактильные ощущения не только сигнализируют о пространственных признаках вещей, но и о раздражаемой в данный момент части всего пространства наружного покрова тела, т. е. сами пространственно локализуются, но в разной степени, в зависимости от распределения в них кожно-механических рецепторов.

На основании тактильных ощущений мы не только относим отражаемые механические свойства к определенному предмету и его пространству, но относим действие механических раздражений к определенной части своего тела. Поэтому тактильные ощущения составляют один из источников «самоощущения» человеком собственного тела и его отдельных органов. При расстройствах кожной чувствительности какой-либо части поверхности тела человек перестает ощущать эту часть как свою собственную, она ему кажется чужой, посторонней. Следовательно, кожно-тактильные ощущения участвуют в образовании «схемы тела», т. е. осознания человеком целости своего тела и определенной соотнесенности частей тела друг к другу. Поэтому тактильные ощущения сочетают в себе сигнализацию внешней среды и состояния самого тела человека.

Кожно-механические рецепторы

Рецепторы тактильных ощущений расположены в коже. «Хотя кожу мы относим к „покровам“ нашего тела, но она не только *покрывает* его, но сама является составной частью тела, одним из важнейших его органов».[5]

Кожа переходит в слизистую оболочку, выстилающую внутренние полости и пути. Клетки и ткани тела, омываемые кровью и лимфой, заключены в пространстве, ограниченном либо кожей, либо слизистой оболочкой. По выражению анатома Гремяцкого, «кожа вместе со слизистой оболочкой образует „барьер“, отделяющий организм от среды».[6] Но кожа не

---

[5] М. А. Гремяцкий. Анатомия человека. М., Медгиз, 1950, стр. 564
[6] Там же.

только «барьер», *отделяющий* организм от среды, но и самый общий механизм *связи* организма со средой. Кожа активно участвует в теплообмене и терморегуляции организма, принимает участие в дыхании, обладает высокой чувствительностью к механическим раздражениям воздействующей внешней среды.

Кожа защищает тело от вредных механических воздействий (ударов, давлений, разрезов) благодаря крепости, упругости, пластичности своей организации. Подстилающий кожу жировой слой увеличивает пластичность кожи по отношению к внешним раздражителям. Кожа защищает тело от чужеродных тел, особенно болезнетворных организмов. Кожа защищает тело от высыхания, что особенно важно, потому что организм нуждается в большом количестве воды (около 75—80%) для нормальной жизнедеятельности и т. д. Поверхность всей кожи человека достигает около 1,6 *кв. м*. От этой величины поверхности кожи зависит ее выделительная активность, а следовательно, ее участие в поддержке постоянной температуры тела. Кожа растет параллельно с ростом всего тела, не натягиваясь где-либо чрезмерно и не образуя излишних морщин или складок. Известная складчатость кожи имеет место лишь на суставах, что способствует их подвижности при движениях.

Наружный слой кожи — эпидермис — многослоен. Его часть состоит из непрерывно размножающихся клеток, отодвигающих кнаружи более старые слои, клетки которых перерождаются и отмирают, спадая с поверхности кожи. К семидесятилетнему возрасту человек незаметно теряет таким образом около 18 *кг* отслуживших ему и отживших эпидермальных клеток.

Второй слой кожи — кориум, или дерма, собственно кожа — состоит из сетчатой соединительной ткани, в которой густо сплетаются клетки и волокна. В собственно кожу включены капиллярные и лимфатические сосуды, нервные окончания, жировые клетки, потовые и сальные железы, волосяные мешочки и т. д.

В собственно коже находятся разнообразные кожные рецепторы (осязательные тельца, холодовые и тепловые точки, болевые рецепторы). Эта чрезвычайная сложность и многоструктурность кожи изображена на рис. 23.

Кожа соединяется посредством рыхлой соединительной ткани с мышцами. Эта связь варьирует по степени (например, на тыльной стороне руки кожа меньше связана с мышцами, нежели на ладонной, где эта связь наиболее тесная). Непосредственная связь кожи и мышечной системы является основой для двигательных безусловных рефлексов (оборонитель-

ного, хватательного и др.), а затем для движения *ощупывания* как средства *активного осязания у человека.*

Волосы, как и ногти, являются специализацией рогового слоя эпидермиса, но они связаны по преимуществу с терморегуляцией организма. Помимо защиты кожи от механиче-

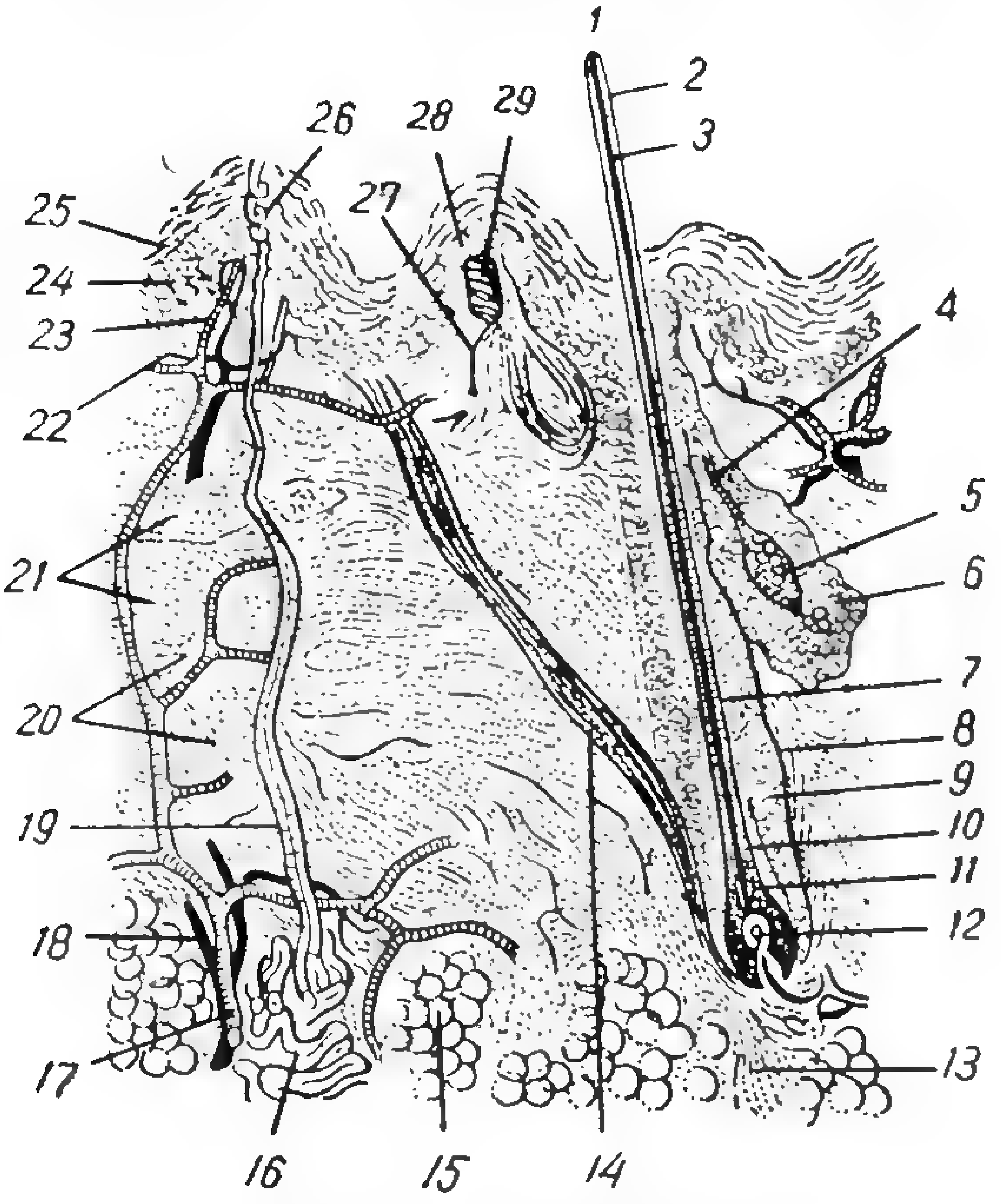

Рис. 23. Разрез кожи.

1 — волос; *2* — кора его; *3* — сердцевина его; *4* — проток сальной железы; *5* — жир внутри железы; *6* — сальная железа; *7* и *10* — внутреннее влагалище корня волоса; *8* — волосяная сумка; *9* — наружное влагалище корня волоса; *11* — луковица волоса; *12* — волосяной сосочек; *13* — подкожная клетчатка; *14* — гладкая мышца, поднимающая волос; *15* — жировая долька; *16* — потовая железа; *17* — кожная артерия; *18* — кожная вена; *19* — проток потовой железы; *20* и *21* — соединительная ткань; *22* и *23* — капилляры кожного сосочка; *24* — слизистый слой; *25* — роговой слой эпидермы; *26* — проток потовой железы; *27* — нервное волокно; *28* — кожный сосочек с осязательным тельцем; *29* — осязательное тельце.

ских повреждений, они уменьшают теплоотдачу, содействуя сохранению постоянной температуры тела. Человеческое тело покрыто волосами в очень больших пространствах, но, в отличие от близких к нам человекообразных обезьян, волосы остаются на большей части в зачаточном состоянии. Находящийся в коже корень волоса связан со всей тканью кожи и разветвленными по ней чувствительными клетками и волокнами. Осиповым и Наишевским была описана *волосковая чув-*

ствительность, сочетающая в себе элементы вибрационных и тактильных ощущений. Волосковая чувствительность самостоятельного значения у человека не имеет (в связи с указанной выше особенностью зачаточного состояния большей части волосяного покрова тела человека). Она включается составной частью в тактильную чувствительность, усиливая ее в частях тела, более обильно покрытых волосами.

Для понимания причины неравномерного распределения кожно-механических рецепторов на поверхности тела нужно учесть разную толщину кожи на разных поверхностях тела.

Самая тонкая кожа покрывает переднюю часть глазного яблока в виде конъюнктивы, обладая здесь полной прозрачностью. Чрезвычайная тонкость и проницаемость этого слоя кожи объясняется тем, что воздействие световой энергии на конъюнктиву не является механическим, а если и оказывает давление, то в минимальной степени (сравнительно с действием механических свойств предмета). Напротив, толщина кожи возрастает на тех частях поверхности тела, которые испытывают наибольшее трение при взаимодействии их с твердыми телами. Именно поэтому самая толстая кожа находится на подошвах ног. Результатом деформации кожи под влиянием трения являются мозоли на пальцах и ладонях рук. Как подчеркивает Гремяцкий, «одна из замечательных приспособительных черт кожи — ее способность утолщаться там, где трение всего сильнее».[7]

Тактильные ощущения не только отражают механические свойства предметов, но и самое отражение это возникает при условии механического процесса трения.

Механические качества внешних предметов и механическое трение поверхностей внешнего предмета и живого тела превращаются в нервный процесс в тактильных рецепторах, которыми являются многочисленные и разнообразные чувствительные клетки, неравномерно распределенные по разным частям кожного покрова тела. К ним относятся:

1. Осязательные диски, расположенные в эпидермисе и в наружной оболочке корневого влагалища волос. Эти осязательные диски состоят из своеобразных сплетений нейрофибрилл, лежащих под несколько измененной эпителиальной клеткой. Нервное волокно снабжает своими ветками много таких дисков, объединяя в своих импульсах ряд одновременно и разновременно возникающих в них раздражений; известную форму этих клеток называют клетками Меркеля.

2. Осязательные тельца, имеющие форму яйцевидного мешочка, заключенного в тонкую соединительнотканную обо-

---

[7] М. А. Гремяцкий. Анатомия человека. М., Медгиз, 1950, стр. 566.

лочку (размер тельца 120 *ммк* в длину и 80 *ммк* в толщину). К осязательному тельцу подходят от 1 до 4 толстых нервных волокон, которые проникают внутрь осязательного тельца. Большая чувствительность этих клеток (сравнительно с осязательными дисками) объясняется тем, что каждое осязательное тельце имеет один из нескольких проводников — нервных волокон, в то время как осязательные диски имеют один проводник на известную массу. Осязательные тельца преимущественно сосредоточены на кончиках пальцев, на ладони, подошве, губах, веках и кончике языка, т. е. на частях поверхности тела, испытывающих наибольшее трение в силу подвижности рук, ног, языка, а также век глаза. Осязательные тельца развиты и на других частях поверхности тела, лишенных развитого волосяного покрова. Известную форму этих осязательных телец называют тельцами Мейснера.

3. Волосковые нервные волокна, связанные с клетками корневого влагалища, главным образом с его внутренним слоем. При сгибании под давлением или прикосновении к волосу происходит сгибание волоса, надавливание его на оболочку корня волос, откуда раздражение передается по нервным проводникам.

4. Осязательные клетки, или пачиниевы тельца, наиболее крупные из кожных рецепторов (до 2—3 *мм* в длину), находящиеся в глубине кожи. Каждое из этих пачиниевых телец (состоящее из 60 слоев) соединено с отдельным нервным волокном. Предполагается, что жидкость внутри этого тельца находится под повышенным давлением и поэтому резко реагирует на всякую перемену давления со стороны окружающих тканей. Эти тельца распространены не только в подкожной клетчатке, особенно рук и ног, но также и на грудных железах, половых органах, на языке, брюшине, даже в плевре и поджелудочной железе. Они особенно многочисленны в надкостнице, связках, суставах, имеются даже в мышцах, как бы объединяя внешнюю и внутреннюю среду организма, образуя постепенный переход от поверхностной чувствительности кожи к глубокой чувствительности мышечно-суставных образований и внутренних органов.

Все эти основные кожно-осязательные рецепторы распределены неравномерно по различным частям кожного покрова человека. Из этого следует, как видно будет дальше, что для разных частей кожи имеется и различная абсолютная чувствительность к прикосновению и давлению, т. е. величина абсолютного порога для одних участков будет больше, для других — меньше. Наибольшей чувствительностью, т. е. наименьшей величиной порога, обладают кончик языка, кончики пальцев, а наибольшими порогами — толстые части подошвы.

Эту неравномерность распределения осязательных телец или рецепторов можно показать на сопоставлении количества возбудимых тактильных точек на различных поверхностях тела. Установлено, что на тыле кисти их 14, на ладонной стороне предплечья — 15, на коже грудной клетки — 29, на лбу — 50, на кончике носа — 100, на мякоти большого пальца — 120 на 1 *кв. см* и т. д. При этом надо учесть, что на эти последние приходится от 1 до 4 нервных волокон, по которым проводится механическое раздражение в центральную нервную систему. Исключительна множественность и своеобразие проводников тактильных раздражений, которые идут от огромного числа кожных рецепторов (насчитывающего около полумиллиона, т. е. в среднем 25 точек прикосновения на 1 *кв. см*). Но распределение этих рецепторов, как указывалось, неравномерно. В то время как на 1 *см* кожи голени приходится 9—10 точек, на 1 *см* кожи головы приходится 119 этих точек.

Чувствительные нервы

Механические раздражения превращаются в нервный процесс в самих осязательных рецепторах, особое место среди которых у человека занимают осязательные мейснеровы тельца. Возникшее в них возбуждение передается по нервным волокнам, являющимся чувствительными проводниками, в центральную нервную систему. Пути чувствительных проводников весьма разнообразны. Общее в них то, что они входят в периферический нерв, представляющий собой нервный ствол. В этом нервном стволе создаются как чувствующие, так и двигательные волокна. Перед входом в спинной мозг чувствующие (афферентные) и двигательные (эфферентные) нервы разделяются: все двигательные нервы составляют переднюю пару корешков спинного мозга, а чувствующие— заднюю пару корешков спинного мозга.

В большинстве своем нервы человеческого тела являются смешанными, а поэтому при их поражении расстройства чувствительности почти всегда сочетаются с расстройствами двигательными. Однако в ряде случаев ввиду неодинаковой ранимости волокон последние поражаются избирательно (например, дифтеритный токсин сильнее поражает двигательные волокна, а вирус гриппа — чувствительные). Но это положение относится к периферическим нервам до расхождения чувствительных и двигательных волокон в спинном мозгу.

Здесь передние (двигательные)корешки выходят из спинного мозга и идут вновь на периферию, составляя общий нервный ствол с чувствующими волокнами. Путь от периферии к спинному мозгу и обратно на периферию и есть нервный

путь спинномозговых двигательных рефлексов, наиболее элементарных по своей организации.

Иначе складывается путь чувствующих или чувствительных нервов, проводящих механическое раздражение. Эти нервы проходят через задний спинномозговой узел и делятся на восходящие и нисходящие ветви, которые дают ответвление к различным клеткам спинного мозга. Нисходящие ветви заканчиваются в том же сегменте спинного мозга, а восходящие поднимаются до продолговатого мозга, где они заканчиваются в ядрах, от которых идут нервные волокна к зрительному бугру и далее до коры головного мозга. На этом пути чувствительные нервы имеют как бы две переключательные станции: одну — в спинномозговом узле, другую — в продолговатом мозгу.

При заболеваниях нервной системы явственно различается изменение локализации чувствующих нервов на всем этом пути. Чувствительные волокна, относящиеся к одному заднему корешку или к одному сегменту, снабжают на коже определенную сплошную область, называемую корешковым поясом чувствительности. Поэтому для врача-невропатолога легко отличить расстройство кожной чувствительности спинномозгового происхождения от расстройств тактильной чувствительности происхождения периферического.

О дальнейшем ходе чувствующих нервов, проводящих раздражение тактильных рецепторов, можно судить по расстройствам чувствительности при поражениях зрительного бугра. Сильнее всего расстраивается при этом тактильная чувствительность только на одной половине тела, причем кожная чувствительность руки страдает больше кожной чувствительности ноги. При этом поражении исчезает граница между тактильной и болевой чувствительностью. Простое прикосновение вызывает боль. Подобная болезненно повышенная чувствительность носит название гиперестезии (в отличие от потери чувствительности, анестезии). Этот тип расстройства свидетельствует о том, что круговая локализация кожных ощущений на уровне спинномозговой «станции» чувствующих нервов сменилась односторонней локализацией этих ощущений на уровне зрительного бугра.

Электрофизиологическое исследование токов действия тактильных чувствующих нервов показало, что импульс, возникающий при нанесении слабого механического раздражения (прикосновение), отличается большой частотой (до 200 *м* в 1 *сек*), быстротой, прерывностью (до 80 *м* в 1 *сек*) и быстрым наступлением адаптации к раздражителю. Скорость проведения в кору импульсов тактильных раздражений превосходит проведение болевых импульсов примерно в 8 раз.

Ядра и рассеянные элементы кожно-механического анализатора

Анатомические и клинические исследования установили, что корковые центры тактильной чувствительности расположены в области задней центральной извилины, причем их распределение соответствует распределению двигательных участков в передней центральной извилине. Верхние отделы задней извилины воспринимают импульсы из нижних конечностей, нижерасположенные отделы — из туловища, верхних конечностей, и ниже всего расположены отделы, воспринимающие импульсы из рецепторов лица. Каждое полушарие получает эти импульсы преимущественно из рецепторов противоположной стороны тела, но по отношению, например, к туловищу также и из рецепторов той же стороны тела. Поражение всей задней центральной извилины вызывает полную нечувствительность (анестезию) или понижение чувствительности (гипестезию). Особенно поражаются сложные формы активного осязания, т. е. восприятие формы и назначения предметов. Наиболее часты поражения односторонние (чувствительности одной половины тела, противоположной данному полушарию головного мозга). При этом больше поражаются наиболее отстающие от центра тела (дистальные) части конечностей (особенно кисти рук, а на них пальцы), рука поражается сильнее ноги. Исследования Павлова и его школы подтвердили клинико-анатомические данные о наличии «специального района» в коре головного мозга, являющегося мозговым концом кожно-механического анализатора. После удаления у собаки области задней центральной извилины с левой стороны ранее выработанный условный кожно-механический рефлекс появился на 8-й день, но только на левой же стороне, а на правой (противоположной поражению) отсутствовал. На 10-й день он появился и на правой стороне, но лишь на середине туловища. Отсутствие этих рефлексов на всех остальных частях правой стороны продолжается до 90-го дня, когда начинают восстанавливаться условные кожно-механические рефлексы последовательно сверху вниз (позже всего конечности правой стороны). Опыты не обнаружили прямых путей, связывающих кожу половины тела с полушарием той же стороны. После удаления ядра мозгового конца кожно-механического анализатора восстановление этих рефлексов все же происходило. Можно было предположить, что замещение функции произошло за счет близлежащих частей коры головного мозга. Однако добавочное разрушение этих долей почти совсем не оказало действия на восстановленную деятельность анализатора. Следовательно, в мозговом конце кожно-меха-

нического анализатора имеется ядро и *рассеянные* элементы анализатора, распространенные по другим областям коры головного мозга. Кожно-механический анализатор, подобно зрительному и слуховому, является *двуединым*. При нормальном состоянии высшей нервной деятельности кожно-механический анализатор осуществляется посредством парной работы больших полушарий. После пересечения мозолистого тела условные рефлексы на механические раздражения становились совершенно независимыми друг от друга (на обеих половинах тела).

Опыты Рыковой в нашей лаборатории, посвященные вопросу о возможности подобного переноса у человека выработанных условномеханических рефлексов с одной стороны на другую, полностью подтверждают это положение. Оказалось, что после многократной выработки условномеханического рефлекса на одной руке (например, правой) уже без всякой тренировки подобный условный рефлекс получался и на другой (левой) руке.

Парная работа больших полушарий имеет особое значение для деятельности кожно-механического анализатора в отношении различения пространственных признаков воспринимаемых вещей и *сторон* (направления), действия механических свойств предметов.

Основные качества тактильных ощущений

Основными качествами, отражаемыми в тактильных ощущениях являются: 1) прикосновение, 2) давление, 3) качество поверхности воздействующего тела («фактурность»), т. е. гладкость или шероховатость материала предмета, 4) протяженность — отражение площади механического раздражителя, 5) отражение плотности предмета или ощущение тяжести (которое возникает совместно с кинестетическим ощущением массы, веса и сопротивления предмета).

Взаимодействие тактильных и мышечно-суставных ощущений обеспечивает отражение основных механических свойств предмета — твердости, упругости, непроницаемости. Взаимодействие тактильных и температурных ощущений дает возможность различить жидкие и твердые тела, различное состояние и формы жидких тел.

Абсолютная тактильная чувствительность

Абсолютная тактильная чувствительность определяется по порогу ощущения, т. е. по едва заметному ощущению прикосновения, возникающему при воздействии на некоторую точку

кожи минимального давления предметом. Как и обычно (в других видах чувствительности) абсолютная тактильная чувствительность по своей величине обратно пропорциональна порогу ощущения. Очень важно определить порог тактильных ощущений не слабым электрическим током (как это нередко делается в современных электрофизиологических исследованиях), а минимальным давлением касающегося тела. В опытах над человеком применяется для этой цели набор волосков Фрея. Диаметр каждого волоска измерен с помощью микроскопа, а его давление на кожу определяется на 1 *кв. мм* кожи.

Таким образом, порог тактильной чувствительности измеряется в расчете величины диаметра волоска при его давлении на 1 *кв. мм*. Исходя из ранее указанной неравномерности распределения кожно-механических рецепторов, ясно, что одного «общего» порога кожных ощущений у человека нет. Напротив, у одного и того же человека в зависимости от участка кожи величины порогов будут разнообразны, увеличиваясь приблизительно в 125 раз с переходом от кончиков языка и пальцев до плотных частей подошвы.

Установлены следующие пороги кожных ощущений для одного и того же человека (в миллиграммах на 1 *кв. мм*): для кончика языка — 2, для кончика пальцев — 3, для тыла пальцев — 5, для ладонной поверхности предплечья — 8, для тыла кисти — 12, для икры ног — 15, для живота — 26, для тыльной поверхности предплечья — 35, для поясницы — 48, для плотных частей подошвы — 250.

Эти величины характерны лишь для ощущения *прикосновения*, которое является минимальным ощущением *давления*. При увеличении интенсивности раздражителя (т. е. увеличение давления на 1 *кв. мм* кожи) тактильные ощущения увеличиваются до верхнего предела, после которого на любой точке кожи ощущение давления превращается в болевые ощущения. Характерно, однако, что наиболее широкий диапазон изменений абсолютной тактильной чувствительности установлен для кончиков пальцев от нижнего порога в 3 $г \cdot мм^2$ до 300 $г/мм^2$. Кончики пальцев, наиболее чувствительные к прикосновениям, относительно наименее чувствительны к боли, вызываемой максимальным давлением того же механического раздражителя.

Тактильная чувствительность наиболее развита на дистальных частях тела, т. е. наиболее удаленных от центра тела двигательных приборах (руках, а на них — на пальцах, на кончике языка, на кончиках пальцев ног), так как именно эти части тела («центробежные» или двигательные) осуществляют взаимодействие с механическими свойствами внешних тел. А это взаимодействие, как было подчеркнуто раньше, высту-

пает в виде трения как специфически механической формы взаимодействия тел. Подошвы ног обладают минимальной тактильной чувствительностью, потому что в отличие от кисти рук стопа ноги, как и пальцы ноги, не выполняет у человека никакой другой функции, кроме функции перемещения, ходьбы. Поэтому в них с чрезвычайной сложностью развиты мышечно-суставные ощущения, но слабо развиты тактильные ощущения непосредственного соприкосновения с внешними предметами. Ноги «ощупывают» лишь поверхность земли, по которой человек перемещается, но это ощупывание носит ярко выраженный мышечно-суставной характер. К тому же следует учесть, что чувствительность кожи зависит собственно не от статического давления на кожный рецептор, а от *перемен давления,* которое возникает при трении разнородными предметами внешнего мира и кожно-механическими рецепторами. При *отсутствии перемен* давления или незначительности этих перемен происходит очень быстрая адаптация кожно-механического анализатора к раздражителю. Мы чувствуем перчатку лишь тогда, когда ее одеваем, туфли или башмаки — когда обуваемся. Но чрезвычайно быстро мы перестаем ощущать их, они как бы сливаются с нашей кожей. Но зато мы вновь ощущаем их при раздевании, т. е. при наличии трения или перемен давления.

Поэтому чрезвычайно существен для понимания тактильной чувствительности характер тактильного разностного или различительного порога. Тактильная различительная чувствительность выступает в двух основных формах: временной и пространственной.

Временная тактильная различительная чувствительность

Ухтомский указывал на то, что «до начала теплового и болевого ощущения успевают осуществляться рецепции осязательные, тактильные; вслед затем вступают в дело безболезненные температурные ощущения, потом боль; тактильная чувствительность показывает очень низкий порог возбудимости, очень малый период скрытого возбуждения (латентный период), очень малый дифференциальный порог, т. е. раздельно распознает и различает чрезвычайно близко лежащие точки в пространстве и во временной последовательности».[8]

Сравнительно с температурными и болевыми, т. е. другими кожными ощущениями, тактильные ощущения возникают с чрезвычайной быстротой, что свидетельствует о высокой воз-

[8] А. А. Ухтомский. Собр. соч., т. IV, стр. 59.

будимости кожно-механических рецепторов. Эта возбудимость тем выше, чем дистальнее расположены данные рецепторы. О высокой возбудимости можно судить не только по времени реакции, но и по частоте нервных импульсов, которые передаются от рецептора в мозг. Эта частота токов действия чувствующего нерва уменьшается в процессе адаптации, но она велика в начальный момент раздражения. Скорость тактильной реакции намного больше, нежели скорость температурной, болевой реакции. Скорость тактильной реакции выше зрительной реакции, непосредственно приближаясь по величине к слуховой реакции. Этот факт свидетельствует о том, что настройка кожно-механических рецепторов на реакцию определяется корой головного мозга. Об этом свидетельствует и тот факт, что минимальные прикосновения не вызывают спинномозговых двигательных рефлексов, особенно двигательного оборонительного рефлекса в виде *удаления* от раздражителя, но зато вызывают сложные корковые условнодвигательные рефлексы в виде произвольных движений, направленных на *сближение* с раздражителем, особенно его ощупывание. Поэтому *сигнальное* значение тактильных раздражителей очень велико. С этим связан и малый дифференциальный порог тактильных ощущений, т. е. их временная различительная чувствительность. Под этой формой различительной тактильной чувствительности мы понимаем *тактильное различение во временной последовательности тех или иных перемен давления.*

Для определения дифференциального порога во времени необходимо воздействовать на один и тот же участок кожи последовательно осуществляющимся рядом раздельных (объективно неслитных) однородных раздражителей. С этой целью применяется прибор по типу зубчатого колеса. При движении этого зубчатого колеса на кожу в каждое мгновение по участку кожи проходит один отдельный зубец.

Можно подсчитать, какое количество зубцов в единицу времени (в 1 *сек*) является временным дифференциальным порогом кожной чувствительности. При нагревании зубцов они могут быть использованы для целей определения временного дифференциального порога температурной чувствительности. Острые зубцы могут быть использованы для этих же целей в отношении болевой чувствительности. Оказалось, что разностные временные пороги этих трех видов кожных ощущений существенно отличны. Скрытый (латентный) период скорости временного различения для тактильных ощущений установлен в 0,13 *сек*, в то время как для температурных ощущений он оказался величиной в 0,25 *сек*, а для боли — в 0,37 *сек*. Болевые ощущения от раздельных зубцов сливаются в одно

ощущение уже при трех зубцах в 1 *сек*, т. е. обнаруживают грубое различение числа раздражений в 1 *сек*.

За это же время (1 *сек*) тактильное ощущение расчленяет от 300 до 600 сменяющих друг друга во времени раздражителей. Временный дифференциальный порог для тактильной чувствительности ниже, а чувствительность во много раз выше сравнительно с болевой чувствительностью. В этом отношении тактильная чувствительность близка к слуховой чувствительности. Можно сказать, что и тактильная чувствительность анализирует, подобно слуху, временную последовательность раздражителей с очень большой точностью.

Наиболее высоко развита временная различительная чувствительность на коже пальцев рук. В процессе производственного труда (у текстильщиц, работниц по укладке папирос, при выполнении операций сборки точных приборов, электроламп и т. д.) эта форма тактильной чувствительности значительно сенсибилизируется. Не вызывает сомнений условнорефлекторная природа такой сенсибилизации. Под влиянием развития различительной тактильной чувствительности повышается и абсолютная тактильная чувствительность.

Пространственная тактильная различительная чувствительность

Еще более важное значение имеет пространственная различительная чувствительность кожно-механического анализатора. Значение дифференциального порога тактильных ощущений в пространстве для разных участков тела заключается в том, что вообще разность сигналов с поверхности тела создает в коре головного мозга возможность отражения пространства. Это мы имели возможность установить по отношению к зрению (разность диспаратных возбуждений обоих рецепторов), к слуху (разность фаз возбуждения от импульсов обоих ушей). В силу этого разность одновременно приходящих сигналов с кожи имеет исключительное значение для определения пространственных признаков воздействующих механических раздражителей (протяженность и величина, угол пространственной формы и т. д.).

Пространственная тактильная чувствительность есть главное средство для геометрического ознакомления с миром (Ухтомский).

Острота пассивного осязания

Необходимо подчеркнуть, что пространственная различительная чувствительность кожно-механического анализатора резко отличается при действии одного и того же механиче-

ского раздражителя на разные участки кожи. Об этом ясно свидетельствуют факты сравнительного изучения дифференциального пространственного порога для разных участков кожи.

Минимальную величину ощущения разности двух раздражителей называют порогом остроты осязания или порогом пространственного тактильного различения. Величина порога исчисляется в миллиметрах расстояния между двумя одновременно действующими прикосновениями ножек циркуля. Наивысшая острота осязания или пространственного тактильного ощущения характерна для кончиков губ (1 *мм*) и кончиков пальцев (2,2 *мм*), наименьшая — для спины, середины шеи, плеча и бедра (около 68 *мм*). В различии дифференциального порога пространственного различения вновь обнаруживается противоположность подвижных и дистальных частей тела сравнительно с остальными. Очевидно, движения органов тела имеют исключительное значение для развития пространственного тактильного различения.

Существуют точные данные о дифференциальных порогах пространственного различения всех основных участков кожной поверхности человеческого тела. Зная, что диапазон этих порогов располагается между величинами от 1 до 68 *мм*, можно распределить эти величины по трем зонам пространственно-тактильной чувствительности: высокой (до 20 *мм*), средней (от 21 до 40 *мм*), низкой (от 41 до 68 *мм*), что показано в табл. 4.

Значение резкой обособленности границ пространственной чувствительности заключается в том, что при одновременном механическом воздействии различных частей одного и того же предмета мы ощущаем этот предмет (в темноте или закрытыми глазами) как один предмет. Представление о той или иной кривизне поверхности предмета создается благодаря разности сигналов от различных ближних или дальних точек прикосновения. Но как для пространственного зрения требуется умеренная диспаратность сигналов, так и для пространственного пассивного осязания необходима умеренная разность сигналов с точек прикосновения смежных зон для того, чтобы предмет воспринимался не раздвоенным или множественным, а единым. Большая разность сигналов с кожи имеет значение в другом отношении, а именно для синтеза ощущений, чувственных знаний человека о целостности собственного тела.

Восприятие человеком собственного тела складывается из сочетания пространственно-тактильной чувствительности, мышечно-суставных и органических ощущений. Это комплексное восприятие человеком собственного тела носит название схемы

тела. Психические заболевания, в основе которых лежит то или иное расстройство деятельности двух сигнальных систем, нередко характеризуется при относительной сохранности абсолютной тактильной чувствительности распадом пространственно-осязательного различения.

Таблица 4

Распределение разностных порогов по зонам пространственно-тактильной чувствительности человека

Высокая		Средняя		Низкая	
зона	порог, в *мм*	зона	порог, в *мм*	зона	порог, в *мм*
Кончик языка . .	1	Нижняя часть лба	22,5	Крестец	40,4
Ладонная часть концевой фаланги пальца руки	2,2	Задняя часть пятки	22,5	Ягодицы	40,5
Красная часть губ	4,5	Волосистая часть затылка	27,0	Предплечье и голень	40,5
Тыльная сторона фаланги пальца руки	6,7	Тыл кисти	31,5	Тыл стопы близ пальцев	40,5
Ладонная сторона кисти	6,7	Шея под подбородком	33,7	Грудина	45,5
Подошвенная сторона концевой фаланги большого пальца ноги	11,2	Темя	33,7	Шея ниже затылка	54,1
Тыльная сторона второй фаланги пальцев ноги .	11,2	Колено	36,0	Поясница	54,1
Тыльная сторона правой фаланги большого пальца ноги	15,7			Спина и середина шеи	67,6
				Плечо и бедро	67,7

Такие больные жалуются на то, что руки, ноги или голова настолько изменены, что больные начинают ощущать их как посторонние, чужие тела. У психических больных искажается представление о границах своего тела, а поэтому в момент подобного приступа они искаженно воспринимают и отделенность внешних предметов от собственного тела (Меерович). Несмотря на тесную связь корковых расстройств кожной, мышечно-суставной и органической (внутренностной) чувствительности в этих случаях, можно выделить особую роль различительной тактильной чувствительности. Известные расстройства «схемы тела» наблюдаются при функциональных

заболеваниях (истерии) и часто сочетаются с потерей тактильной чувствительности.

Расстройство корковой деятельности характеризуется нарушением взаимодействия процессов возбуждения и внутреннего торможения. Между тем, как показано в отношении пространственного зрения и слуха, лишь благодаря этому взаимодействию и дифференцирующей роли внутреннего торможения разность сигналов от рецепторов дает возможность правильно различать пространственные признаки предметов, а в данном случае таким «предметом» являются части тела самого человека.

Все же острота пассивного осязания имеет ограниченное значение для познания пространственных признаков внешних предметов. Как и в области зрения, так и в области тактильной чувствительности *нельзя сводить пространственное различение* лишь к остроте пассивного осязания. Характерно, что сравнительное исследование остроты пассивного осязания у зрячих и слепых показало, что разницы между ними нет, а в отдельных случаях острота осязания зрячих превосходила таковую у слепых. Между тем ясно, что именно слепые принуждены пользоваться осязанием для пространственного различения, достигая при этом высокой точности пространственного определения предметов. Очевидно, что острота осязания характеризует лишь одну сторону пространственного различения, а не весь сложный комплекс этого различения. Этой стороной является *отражение расстояний* между двумя раздельными прикосновениями, т. е. если по аналогии со зрением (глазомером) выразить это в слове, то эта сторона является как бы «кожемером» или «механомером». Подобная измеримость путем ощущений пространства внешних предметов и собственного тела очень важна для осязания. Однако она еще не определяет тактильного восприятия пространственных форм.

Между тем пространственно-различительные функции кожно-механического анализатора имеют исключительное значение именно для распознавания форм, величин, соотношения между частями предмета и т. д.

Вместе с мышечно-суставными ощущениями пассивное осязание образует *активное осязание рукой,* являющейся вместе со зрением главным средством познания пространственных признаков и отношения между предметами внешнего мира.

Осязание есть специфически человеческая особенность воспринимающей руки человека, являющейся одновременно продуктом и естественным органом труда (Энгельс).

Ошибка многих естествоиспытателей и психологов заключалась в том, что они подходили к анализу пространственно-

тактильного различения, игнорируя специальную обусловленность развития мозга и органов чувств человека. При этом острота осязания в области кончика языка в 1 *мм* оказывалась имеющей большее значение, нежели острота осязания в области кончиков пальцев. С этой точки зрения, конечно, губы чувствительнее ладоней рук и т. д.

Советские психологические исследования, основанные на марксистской теории Энгельса о трудовом происхождении руки и осязания, впервые объяснили тот парадоксальный факт, что менее чувствительные по остроте пассивного осязания части рук оказываются несравнимыми по точности пространственного различения органами восприятия пространственных признаков предмета.

Пространственно-различительная тактильная чувствительность руки

Противоположность между тактильным отражением формы предмета кожей ладонной поверхности руки и, например, кожей внутренней стороны предплечья ясно выступает при экспериментальном изучении. Если наложить на обнаженную (освобожденную от одежды) кожу в этом месте двухмерные, т. е. плоскостные, формы, то сразу обнаружится невозможность такого отражения, даже приблизительно точного.

На рис. 24 произведены зарисовки этих плоских фигур в таком виде, как они испытуемым представлялись на основании кожных ощущений данной области.

В левой стороне рисунка изображен образец, т. е. сама форма, а в правой — ее зарисовка испытуемых на основе тактильных ощущений.

Шифман в нашей лаборатории ясно показал, что (за исключением круга) рецепторы этой части кожной поверхности тела не дают правильного отражения предмета.

Напомним, что разностный порог пространственного различения этой части кожи относится не к числу самых больших, а к числу средних величин (т. е. относится к средней зоне чувствительности).

Для того чтобы измерить различие в тактильном восприятии формы кожей предплечья и кожей ладонной поверхности руки, Шифман применил метод угольников, воспроизводящих наиболее типичный элемент пространственной формы физического тела — углы. Каждый угольник состоял из двух металлических пластинок, сходящихся под определенным углом и составляющих единое целое. Углы, под которыми сходились обе пластинки, измерялись в определенных градусах (от 165 до 5°).

На рис. 25 изображены зарисовки этих углов испытуемыми на основании полученных ими тактильных ощущений от раздражения кожи внутренней стороны предплечья.

Первый ряд слева изображает ряд раздражителей-угольников. Все остальные ряды справа изображают зарисовки различных испытуемых. Лишь в одном случае (у одного испытуемого) правильно осознавалась форма объекта как угольника. Но и в этом случае эта форма не воспроизводилась точно. По данным Шифмана, тактильное ощущение в этом районе сводится лишь к ощущениям прикосновения. В самом лучшем случае (преимущественно при сравнении угольников от 90 до 80°) осознавалось наличие угла или грани, а также прямолинейности фигур.

Но тактильные ощущения в этой части кожи не давали никакого знания не только о соотношении трех основных признаков угла (прямолинейности, трех определяющих точек, открытой стороны), но даже и двух из них одновременно.

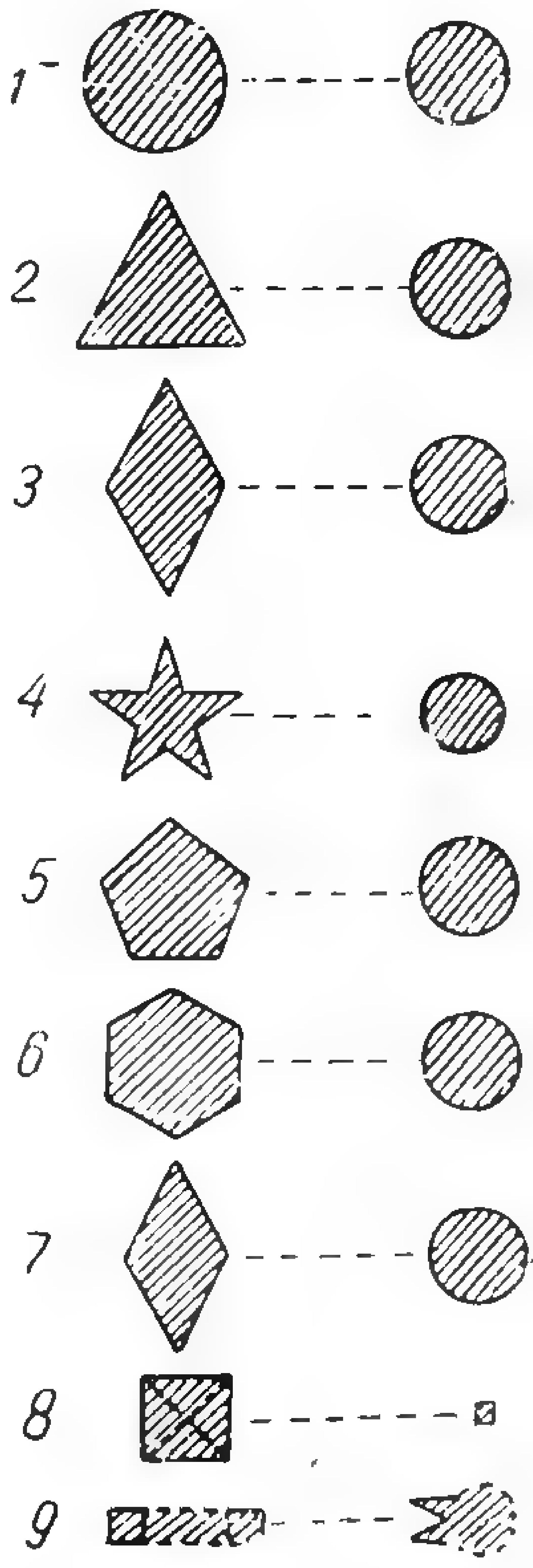

Рис. 24. Неадекватность восприятия формы кожной поверхностью предплечья.

Иная картина получается при подобном же исследовании чувствительности кожи ладонной поверхности руки.

В этом случае никогда не имеет места лишь простое ощущение прикосновения или протяженности. Чем острее угол, заключенный между гранями угольника, тем правильнее распознавалась форма последнего. Наиболее точные показания ладони руки начинались при раздражении угольником в 115—90° и возрастали до 20°, после чего точность показаний вновь снижалась.

Тактильные ощущения ладони руки начинались с того уровня, который был верхним возможным пределом ощущений кожи предплечья. Кожа ладони улавливала не только два, но и все три определяющих признака прикасавшегося к ней объекта.

Веккер в нашей лаборатории показал, что пространственно-тактильное различение руки зависит от того, находится ли в движении раздражитель — плоскостная форма или рука или то и другое одновременно. Движение руки по покоящемуся предмету представляет обычное ощупывание рукой пред-

мета, т. е. активное осязание, которому противопоставляется кожная чувствительность покоящейся руки при неподвижном предмете.

В опытах Веккера изучалось *пассивное осязание* руки при переменном движении разных точек движущегося по коже предмета. Для этой цели была избрана ладонная часть передней фаланги (кончики) указательного пальца. В процессе

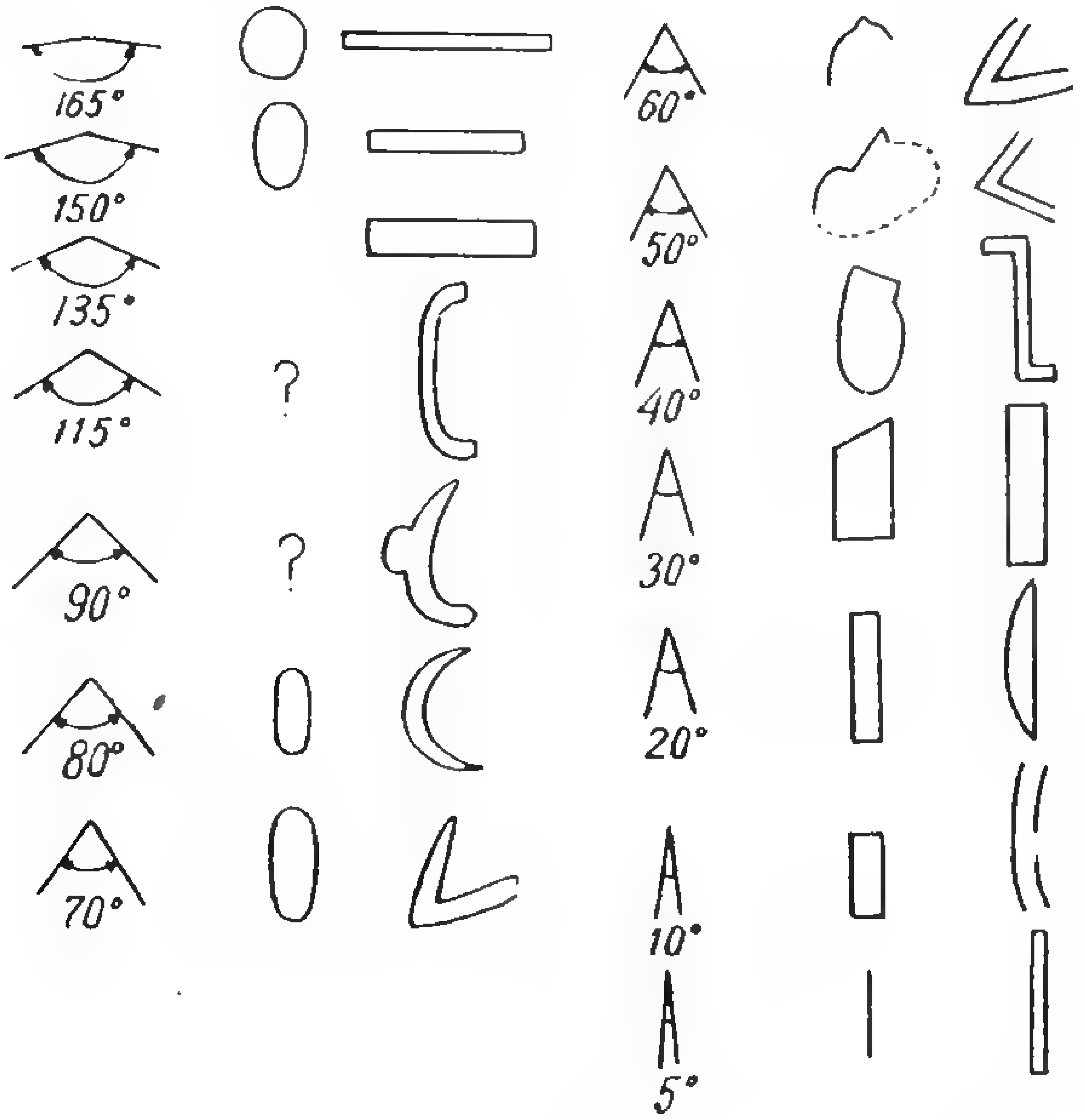

Рис. 25. Неадекватность восприятия углов кожной поверхностью предплечья.

активного осязания указательный палец играет ведущую роль в обведении контура предмета рукой. В производственных операциях взаимодействие большого и указательного пальцев имеет особенно большое значение для различительной деятельности руки.

Опыты Веккера показали, что правильное отражение формы предмета *при отсутствии движения предмета* по руке оказалось невозможным. При обведении поверхностью предмета (движение предмета) кончика покоящегося указательного пальца руки возникает правильное отражение деталей контуров, особенно углов и выпуклостей. Так, например, ромб различается как замкнутая геометрическая фигура (при неподвижности руки и предмета ощущался как незамкнутый угол). При этом с введением движений *поверхности* предмета по

покоящейся руке отмечается прирост правильных ответов на 21%. Затем меняется характер движения предмета: он обводится не всей своей поверхностью, а лишь *контуром* таким образом, что весь его периметр последовательно всеми точками движется по ладони и охватывается полностью один раз. При этом испытуемый предупреждается о том, что предмет движется контуром и что движение кончается на той же точке, с которой началось. При этом количество правильных ответов возрастает еще на 35%. Вовлечение в процесс пассивного осязания речи перестраивает этот процесс, повышает его точность под влиянием второй сигнальной системы.

Еще больше активизируется процесс, когда движущийся предмет обводит своими контурами по кончику покоящегося указательного пальца. Общее количество правильных ответов в этом случае равно 93%, т. е. почти полностью приближается к данным активного осязания.

Веккер сделал вывод о том, что «движение является стержневым регулирующим фактором в формировании образа. Именно движение полностью реализует последовательный процесс взаимодействия руки и предмета. При этом образ отдельных частей предмета формируется совершенно правильно, независимо от того, движется ли предмет относительно руки или, наоборот, рука относительно предмета. Но завершенное, целостное предметное отражение вещи, отчленение ее от других вещей возможно лишь в процессе активного оперирования данной вещи».[9]

Эти данные подтверждают предположение о том, что именно *перемены давления в процессе трения* (а таким специфическим для активного и пассивного осязания взаимодействием руки и предмета является минимальное и последовательное трение) служат основой тактильно-пространственного различения формы предмета.

Веккер объяснил возможность отражения формы пассивным осязанием тем, что рука, являющаяся специфическим рецептором осязания человека, есть сложная координатная система. В этой координатной системе есть своя *точка отсчета* (опоры), а также *ряд передатчиков импульсов движения.*

Координатная система рук

Было изучено взаимодействие пальцев в процессе ощупывания. Оказалось, что большой палец является «точкой опоры или начальной точкой отсчета, выполняя роль своеобразной

[9] Л. М. Веккер. О динамике осязательного образа в зависимости от характера движения. Сб. «Проблемы психологии» под ред. Б. Г. Ананьева. Изд. ЛГУ, 1948, стр. 107.

подвижной ладони». Ведущим звеном в координатной системе является указательный палец, от которого идут передатчики импульсов движения — средний и безымянный пальцы. Координатная система замыкается мизинцем. Киносъемка ощупывающих движений пальцев показала, что координатная система руки продолжает действовать и при выключении мизинца и безымянного, причем тогда роль замыкателя играет средний палец. Координатная система нарушается в том случае, если исключается большой или указательный палец, т. е. основной опорный и основной различительный моменты этой координатной системы руки. Эта система полностью обнаруживает себя при активном осязании, но частично проявляется и при пассивном осязании, когда ведущую пространственно-различительную роль несет указательный палец, т. е. ведущее звено этой координатной системы.

Очевидно, что для возникновения образа пространственной формы на основе пассивного или активного осязания необходимо *замыкание связей между сигналами,* получаемыми корой головного мозга от всех звеньев координатной системы. В этом смысле каждый акт пространственно-тактильного различения является условнорефлекторным актом. Особенное значение имеет *разность сигналов* от смежных звеньев координатной системы (большого и указательного пальцев, указательного и среднего и т. д.), но при большой разности сигналов (например, большого пальца и мизинца) правильного различения пространственных признаков предмета не образуется. Следовательно, для пространственно-тактильного различения имеет значение *умеренный* контраст между сигналами от разных звеньев координатной системы одной руки, т. е. определенный тип взаимодействия тактильных ощущений одной руки.

Бимануальное осязание

Пространственно-тактильное различение осуществляется не только одной, но и двумя руками. Осязание обеими руками носит название бимануального осязания. Оно существенно отличается от бинокулярного зрения или бинаурального слуха. В обычных условиях раздражаются светом оба глаза одновременно, звуком — оба уха. Механическое раздражение рук нередко бывает раздельным, т. е. имеет место изолированное раздражение одной или другой руки. Но самое существенное для бимануального осязания (в отличие от бинокулярного зрения и бинаурального слуха) заключается в том, что одна рука является ведущей (обычно правая для большинства людей), а другая—опорной (левая) в большинстве трудовых действий человека. Поэтому бимануальное осязание проте-

кает в особых условиях резкого функционального двигательного *неравенства* правой и левой руки. Исследования показали, что *одновременное* ощупывание двумя руками одного предмета крайне затруднительно, так как одна рука нормально выполняет опорную роль, другая — различительную. Если же в условиях опыта ощупывающие движения обеих рук должны быть одновременными, то наименьшая точность в пространственном различении возникает там, где обе руки сходятся, а наибольшая там, где они расходятся. Дальнейшие опыты Ломова и Идельсона в нашей лаборатории показали, что одна рука тормозит другую в случаях одновременного движения пальцев обеих рук, но это торможение повышает точность распознавания одной из рук. Оказалось, что для *правшей* таким более точным рецептором является не правая, а *левая* рука. Специальные опыты подтвердили большую точность левой руки у правшей в отношении осязания как активного, так и особенно пассивного, т. е. пространственно-тактильного различения.

Ранее было указано, что разделение функций между руками в процессе труда обусловило специализацию их развития. Правая рука должна была развиваться в направлении мышечно-суставной дифференцировки, а левая рука — в направлении тактильно-различительной чувствительности. Между правой рукой и зрением образовывалась прочная система зрительно-моторной координации, определявшей точность трудового воздействия на предмет. В левой руке, держащей и перемещающей внутри ладонной поверхности руки предмет труда, единственной формой сигнализации об изменении предмета являлось само тактильно-пространственное различение изменений поверхности обрабатываемого предмета. Принципиально так же обстоит дело и в любом современном трудовом *двуручном* действии. Поэтому *пассивное осязание* больше развито в левой руке сравнительно с правой. Но это не значит, что эта большая точность пространственно-тактильной чувствительности левой руки определяет преобладание правого полушария над левым.

Изменения биоэлектрических токов действия в коре головного мозга показывают, что чем сложнее процесс *одноручного* или двуручного осязания, тем большую роль играет взаимодействие больших полушарий головного мозга (Идельсон).

Отражение фактуры поверхности предмета в тактильных ощущениях

Психологические исследования установили, что пространственно-тактильное различение формируется на основе абсо-

лютной тактильной чувствительности, остроты пассивного осязания и временного тактильного различения. Маленькие дети в процессе игры и занятий с дидактическими материалами, в процессе развития речи постепенно становятся обладателями этой важной формы отражения предметной действительности. Значительно раньше формируются у ребенка ощущения фактуры предмета, т. е. отражения качества поверхности осязаемого предмета (шероховатый, гладкий, матерчатый, металлический, деревянный и т. д).

Опыты Розенфельд свидетельствуют о том, что уже у детей 3—4 лет имеется значительный круг представлений об этих качествах, т. е. ощущения фактуры предметов достаточно обобщены в речи ребенка уже в самом начале дошкольного воспитания.

В опытах Прессман также показано наиболее раннее формирование этих фактурных свойств тактильных ощущений. Дети еще не могут распознать формы и величины предмета (при изоляции зрения), но уже с большой точностью различают формы *материалов* предметов. Объяснение этому факту можно найти в том, что именно твердость, непроницаемость, упругость составляют основные механические свойства предметов, определяющие соответствующим образом и качество поверхности предметов.

Но эти основные механические свойства предметов распознаются точно ребенком и взрослым человеком лишь при сочетании пассивного осязания с мышечно-суставными ощущениями. Известную роль играет в этом сочетании и температурное различение (например, при сравнении деревянной и металлической вещи). Следовательно, отражение пассивным осязанием фактуры предметов весьма ограничено в условиях изоляции пассивного осязания от мышечно-суставных температурных ощущений.

Сенсибилизация пассивного осязания

Как и все виды чувствительности, тактильная чувствительность человека развивается в процессе деятельности путем упражнения, т. е. замыкания новых и закрепления старых временных связей.

Особо важную роль играют три фактора в сенсибилизации пассивного осязания.

Первым из них является влияние активного осязания, т. е. совместная деятельность кожно-механического и двигательного анализатора. Вместе с совершенствованием активного осязания повышается тактильная различительная чувстви-

тельность рук. В ручных производственных операциях у рабочих высоко специализируется и сенсибилизируется активное осязание, а вместе с ним и осязание пассивное.

Вторым фактором является взаимодействие зрения и осязания. Для видящего человека это взаимодействие является необходимым моментом всякой производственной и познавательной деятельности. Зрение играет большую роль в совершенствовании, т. е. уточнении тактильного различения. Зрительные представления об осязаемой вещи типичны для видящего человека, причем их наличие способствует сенсибилизации не только активного, но и пассивного осязания.

Третьим фактором, более поздним по времени вступления его в силу, но более мощным, является влияние второй сигнальной системы на перестройку пассивного осязания в смысле большей точности тактильного различения.

Словесное воздействие ускоряет процесс дифференцировки механических раздражителей, способствует большей подвижности и активности координатной системы руки, особенно, как показал Веккер, в определении начальной точки отсчета в отражении пространственной формы предмета. Осязательное восприятие осуществляется в форме наглядного суждения, оно сопровождается высказанной или невысказанной (внутренней) речью. Участие речи и мышления в активном и пассивном осязании несомненно. Именно это участие является наиболее мощным фактором сенсибилизации тактильного различения во всех его разновидностях.

ГЛАВА VIII

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ОЩУЩЕНИЯ

Терморегуляция организма и температурные ощущения

Среди внешних (экстероцептивных) ощущений температурные ощущения тепла и холода занимают особое место. Они отражают изменения температуры внешней среды и воздействующих предметов лишь в связи с температурой самого тела человека.

Температура кожи человека составляет непосредственную основу, определяющую чувствительность к температуре воздействующих на кожу предметов или всей среды, в которой в данный момент находится человек. Но температура кожи определяется общей температурой тела и всем процессом теплообмена между организмом человека и внешней средой. Поэтому температурные ощущения кожи следует рассматривать как особый вид отражения процесса взаимодействия внешней и внутренней среды организма.

Поэтому температурные ощущения связаны не только с тактильными и болевыми кожными ощущениями, но и внутренностными ощущениями.

Температурная чувствительность свойственна лишь высшим животным и человеку. Ее существование связано с постоянством температуры тела или *изотермией*.

Сущность изотермии заключается в том, что температура тела является постоянной, относительно независимой от колебаний (суточных, климатических и т. д.) температуры окружающей среды. Изотермия отсутствует у всех беспозвоночных животных, рыб, амфибий, рептилий, температура тела которых изменяется в прямой зависимости от колебаний температуры среды. Эти животные характеризуются переменной температурой тела. Высшие животные и человек характеризуются, напротив, постоянной температурой тела. Температурные

ощущения всегда есть известное ощущение разности температур самого тела и окружающей среды. Они существуют лишь при наличии постоянной температуры тела, или изотермии, создаваемой процессом регуляции процесса теплообмена между организмом и средой. Терморегуляция осуществляется нервной системой, а у человека головным мозгом и особенно корой больших полушарий головного мозга. У новорожденного ребенка терморегуляция первоначально отсутствует, в течение 2—3 недель, когда температура тела ребенка является переменной. Постепенно, с развитием головного мозга ребенка, формируется терморегуляция, а с ней — постоянная температура тела.

Терморегуляция выражается в соотношении теплообразования в организме и отдачи тепла окружающей среде (теплоотдачи). Теплообразование определяется интенсивностью процесса обмена веществ между организмом и средой. Выработанное организмом тепло постоянно отдается в окружающую среду. При повышении температуры окружающей среды теплообразование уменьшается, а при понижении внешней температуры теплообразование увеличивается. Между температурой тела и температурой среды существуют обратно пропорциональные отношения. При этом имеется критическая величина соотношений обеих температур, которая устанавливается корой головного мозга при чрезмерно больших расхождениях температуры среды и тела.

Теплоотдача представляет собой расход образованного обменом веществ теплообразования. Теплоотдача осуществляется посредством *теплоизлучения* или отдачи тепла *кожей* воздуху окружающей среды, *теплопроведением* или отдачей тепла соприкасающимся с *кожей* внешним предметом, *испарением* воды *кожей* и легкими. Увеличение теплоотдачи препятствует перегреванию тела во время мышечной работы, когда усиливается теплообразование.

Как можно заметить, особая роль в теплоотдаче принадлежит *коже*, которая излучает, проводит и испаряет теплообразование всего организма.

Теплопроведение и теплоизлучение находятся в зависимости от *разности температур* кожи и окружающей среды. Поэтому важно знать собственную температуру кожи, не совпадающую с общей температурой тела. Температура кожи неодинакова в различных местах кожи. Так, на лбу температура кожи равна 34—35°, в то время как температура кожи на стопах ног всего 25—27°. На коже лица температура составляет 20—25°, на коже живота — 34° и т. д. Предполагается, что неравенство температур различных участков кожи стоит в связи с неравенством температур различных внутрен-

них органов (например, в печени 38—38,5°) с наиболее активным и менее интенсивным обменом веществ, а также в связи с различиями кровоснабжения различных участков самой кожи. Общая постоянная температура человеческого тела занимает среднее положение между температурой внутренних органов с интенсивным обменом веществ (более высокой, чем изотермия тела) и температурой кожи (более низкой по сравнению с общей изотермией тела).

Чем выше температура тела, тем больше теплоотдача (излучением и проведением кожей). С повышением температуры среды разность температур кожи и окружающей среды уменьшается. В связи с этим абсолютная величина теплоотдачи при высоких температурах среды меньше, чем при низких. Теплоотдача прекращается при уравнении величин температур кожи и окружающей среды. При дальнейшем повышении температуры среды кожа уже не только не теряет тепла, но сама нагревается. Теплоотдача осуществляется в этих условиях только путем испарения.

Температурные ощущения отражают все эти разнообразные изменения терморегуляции, причем наиболее важное значение для развития кожной чувствительности имеют теплоизлучение и теплопроведение как основные формы теплоотдачи создаваемого обмена веществ организма теплообразования.

Эти основные процессы теплоотдачи осуществляются *посредством кожи*. Особенно большое значение имеет сохранение постоянной температуры тела как одного из основных условий нормального хода жизненных процессов человека. Температурные ощущения являются поэтому жизненно важными сигналами о ходе терморегуляции, о недостатке или излишке теплообразования. Возникающие на основе терморегуляции температурные ощущения сами способствуют ее нормальному развитию, поддерживая на нужном уровне терморегуляцию со стороны высших отделов головного мозга.

Температурные рецепторы

В процессе приспособления к температурным условиям среды и установления постоянной температуры тела (т. е. терморегуляции организма) возникли температурные рецепторы, возникшие и развившиеся прежде всего на кожной поверхности тела, через которую проходит 82% всей теплоотдачи. В коже обнаружено два рода температурных рецепторов: один из них, особые «колбы» кожи, представляющие собой клубки тонких разветвлений нерва, заключенных внутри соединитель-

нотканной колбовидной капсулы. Этих «колб» насчитывается значительно большее число, нежели других температурных рецепторов. К тому же сравнительно с другими температурными рецепторами они расположены в более поверхностном слое кожи.

Долгое время существовало предположение о том, что эти «колбы» являются специальными *рецепторами ощущений холода.* Их большое число и поверхностное расположение объяснялись особым биологическим значением реакций на охлаждение тела и защитой организма от чрезмерной теплоотдачи. Кроме «колб», были найдены и другие температурные рецепторы. Под эпидермисом были обнаружены сходные с «колбами» чувствительные образования, а также удлиненные «концевые органы», в которых безмякотные волокна ветвятся и закручиваются, располагаясь в виде вытянутого извилистого тельца, заключенного в соединительнотканную оболочку. Эти рецепторы расположены в более глубоких слоях собственно кожи (дермы), причем их во много раз меньше, нежели колб или холодовых рецепторов. Было высказано предположение, что эти более глубокие температурные рецепторы являются органами ощущений тепла.

При воздействии на определенные места кожи нагретым или охлажденным предметом при точечном раздражении возникают ощущения или тепла или холода. Эти места носят название тепловых и холодовых точек кожи. Установлено, что общее число температурных точек или рецепторов меньше, чем тактильных, и составляет около 280 000. Они распределены по коже неравномерно. Наибольшей чувствительностью к температурным раздражениям обладает кожа живота, наименьшей — кожа дистальных частей тела. В этом смысле локализация температурных ощущений противоположна локализации тактильных рецепторов.

Есть известное основание полагать, что температурные рецепторы разделяются на тепловые и холодовые. Основанием для такого предположения является тот факт, что при действии холодовым раздражителем на некоторые точки кожи возникает ощущение тепла или «парадоксального горячего впечатления», а при действии тепловым раздражителем на другие температурные точки возникает ощущение холода. Считают, что тепловых точек в коже человека около 30 000, а холодовых — больше чем в 8 раз (около 250 000). Подобное соотношение температурных рецепторов должно свидетельствовать в пользу особой охранительной или защитной роли холодовых рецепторов в терморегуляции, особенно теплообразования организма.

Однако нельзя считать точно установленным обособление

тепловых или холодовых реакций между различными рецепторами. Некоторые исследователи вовсе отрицают специализацию температурных ощущений на приспособление или к холоду или к теплу, считая, что каждый рецептор в зависимости от интенсивности раздражения и характера взаимодействия между рецепторами так или иначе реагирует на любое температурное раздражение. Но отрицание специализации температурных рецепторов нельзя считать еще полностью обоснованным. Несомненно одно, что температурные рецепторы самостоятельны и, несмотря на тесную связь с тактильными и болевыми рецепторами, выполняют особую функцию *ощущения разности* температуры кожи и температуры воздействующих на кожу раздражителей.

Для изучения деятельности температурных рецепторов очень важно поэтому объективное определение температуры самой кожи.

Физиологической нулевой температурой называется температура, свойственная данному участку или району кожи. Изменение этой температуры ощущается человеком как тепло или холод в зависимости от того, отнимается ли от кожи тепло или, напротив, передается коже тепло воздействующим предметом. В первом случае у человека возникает ощущение холода, во втором — ощущение тепла. Ясно поэтому, что температурные ощущения *отражают отношение температур* кожи и воздействующего внешнего предмета или воздушной среды, а не само состояние температуры тела как такового. В работе температурных рецепторов находит одно из своих типичных проявлений единство внешней и внутренней среды организма, зависимость внутренней среды от внешних условий окружающего мира.

Проведение температурных раздражений и мозговой конец температурного анализатора

Переход от переменной температуры тела к постоянной у высших животных обусловлен терморегуляцией, которая осуществляется нервной системой. Тем самым принимается, что температурные сигналы передаются и принимаются различными аппаратами нервной системы. Первоначально полагали, что *проводники* температурных ощущений передают нервные импульсы вегетативной нервной системе, а не центральной нервной системе. В дальнейшем было установлено, что нервные волокна, передающие температурные раздражения, идут теми же путями, что и передатчики болевых раздражений, но образуют в этих трактах самостоятельные пучки. В центральной нервной системе основные пути проходят через

продолговатый мозг в зрительный бугор. Установлено, что при поражении зрительного бугра тяжело нарушается температурная чувствительность — больные ощущают тепло при холодовом раздражителе, холод — при тепловом.

Таким образом, температурные ощущения такого больного искаженно отражают действительную разность температур кожи и внешнего раздражителя. Полностью нарушается температурное различение при подобных нарушениях. Этот клинический факт свидетельствует о том, что в основе температурной чувствительности человека лежит именно дифференцирующая деятельность головного мозга.

В павловских лабораториях было доказано существование коркового центра температурной чувствительности, а также рассеянных элементов этого анализатора. Исследования Быкова и его сотрудников (Рогова, Пшонника и др.) установили условнорефлекторный характер изменения темпертурной чувствительности человека.

Подтверждением корковой обусловленности температурных ощущений является также клинический факт расстройства температурной чувствительности при органических заболеваниях коры головного мозга и психических заболеваниях.

Основные качества температурных ощущений

Основными качествами температурных ощущений являются ощущения тепла и ощущения холода, возникающие при разности температур кожи и воздействующего предмета соответственно передаче тепла коже предметом и отдаче кожей тепла предмету.

Ощущения тепла и холода имеют различные пороги раздражений, а также, по-видимому, различные механизмы в своей основе. Но это не значит, что ощущения тепла и холода не имеют общих механизмов. Павлов отметил, что расстройство кожно-температурного анализатора имело место одновременно и в отношении холодовых, и в отношении тепловых раздражителей. Можно допустить, что даже при наличии раздельных холодовых и тепловых рецепторов кожно-температурный анализатор обеспечивает не только высший анализ, но и синтез температурных сигналов, идущих от этих раздельных рецепторов.

Именно мозговые концы температурной чувствительности обеспечивают *взаимодействие* температурных ощущений. Это взаимодействие ясно сказывается в явлениях температурного контраста при раздельных раздражениях холодом и теплом обеих рук, а также в явлении ощущения «горячего».

Установлено, что это своеобразное ощущение является результатом контраста одновременно возбуждаемых холодом и теплом двух смежных температурных точек, как это показано ниже.

Температурная чувствительность, как и все формы чувствительности, выражается в двух формах: абсолютной и различительной.

Абсолютная температурная чувствительность и температурная адаптация

Абсолютным холодовым или тепловым порогом температурного ощущения является минимальное температурное раздражение, вызывающее наименьшее, едва заметное ощущение *изменения* температуры. Это ощущение определяется минимальным отклонением от физиологического нуля, т. е. свойственной данному участку кожи температуры. Поэтому абсолютные пороги температурных ощущений измеряются с учетом конкретного физиологического нуля данного участка кожи. В свою очередь этот «нуль» у человека варьирует не только в зависимости от распределения температурных рецепторов, но и в зависимости от того, открыт или закрыт (одет) данный участок кожи. Одежда человека имеет значение и для адаптации тактильной чувствительности. Но решающее значение она приобретает для температурной чувствительности. Производство материалов для одежды и самой одежды удовлетворяет важные потребности человека, возникающие в процессе терморегуляции. Сезонное изменение одежды служит необходимым условием теплообразования и теплоотдачи. Эта социальная опосредованность температурной чувствительности человека определяет ее развитие, включая и особенности абсолютной чувствительности. Не меньшее значение имеет и постоянная температура помещений, создаваемая человеком с учетом санитарно-гигиенических требований к жилищам. Поэтому в благоустроенных жилищах мы испытываем незначительное число тепловых или холодовых ощущений, хотя участки кожи испытывают различные температуры. Лишь при известном изменении температурных условий среды и прямом приближении нагретых или охлажденных предметов возникают отклонения от физиологического нуля.

Открытые участки кожи тела человека имеют обычно поверхностную температуру в 30—32°, т. е. несколько ниже изотермии тела.

Определение порогов кожно-температурных ощущений требует особых условий адаптации данного участка кожи к данной температуре раздражителя. Под температурной адапта-

цией понимается приспособление кожно-температурного анализатора к данной температуре среды, при котором относительно изменяется сама физиологическая нулевая температура данного участка кожи. Чем меньше отличается температура среды от температуры кожи, тем скорее наступает адаптация. Чем больше отличается температура среды от температуры кожи, тем медленнее наступает адаптация. Следовательно, для температурной адаптации имеются зоны максимальной холодовой разности, нейтральной, или точнее минимальной температурной разности, максимальной тепловой разности. В пределах каждой из этих зон адаптация протекает с различной скоростью и различно способствует обострению температурных ощущений к различным температурам.

При адаптации в любой зоне чувствительность к большим величинам температурных разностей уменьшается, а к малым величинам температурных разностей увеличивается. На процесс адаптации кожных рецепторов влияет не только процесс теплоотдачи, но и изменение температуры пищи вследствие изменения условий кровоснабжения кожи. Под действием холода (например, при умывании рук или лица холодной водой) происходит рефлекторная гиперемия сосудов и усиленное кровоснабжение, сообщающее коже тепло.

Установлено, что адаптация к тепловым раздражениям протекает длительнее (около 0,18 *сек*) сравнительно с адаптацией к холодовым раздражителям (около 0,15 *сек*).

В силу различного характера зон адаптации, различной температуры различных частей кожи, неравномерного распределения температурных рецепторов и т. д. общее определение минимальной величины порога температурных ощущений крайне затруднительно.

В результате обработки данных величин из разных зон адаптации можно считать изменение температуры на 0,2° в 1 *мин* порогом температурных ощущений, т. е. определителем температурной чувствительности. Значительно большей является величина порога сложного ощущения горячего и жгучегорячего. При комнатной температуре в 20—25° порог горячего составляет величину в +1° (в среднем 42—43°), а порог жгучегорячего также на +1°, но при температуре в 46—47°. Нужно учесть, что эти ощущения возникают при одновременном возбуждении тепловых и холодовых раздражителей.

Адаптация и различительная температурная чувствительность

Абсолютную температурную чувствительность чрезвычайно трудно отделить от температурного различения в силу

природы температурной чувствительности вообще (отражение разности температуры кожи и среды).

Разностный порог температурных ощущений возникает при 2—2½ следующих друг за другом раздельных прикосновениях холодового или теплового раздражителя (при скрытом периоде возбуждения тепловых рецепторов в 0,25 *сек*).

Контраст температур вызывает определенные колебания или сдвиги температурной чувствительности. Адаптация в определенной температуре повышает чувствительность не только к данной температуре, но и к смежной температуре выше или ниже на 1°.

Для того чтобы различить температуру, нужны определенные изменения температуры: прирост температуры для различения тепловых раздражителей и снижение температуры для холодовых раздражителей.

Если адаптировать руки к температуре воды в 24°, то она будет ощущаться теплой. Затем *каждый раз* после этой адаптационной температуры будем переносить руки в другие восемь сосудов с водой с минимальными разностями температур (от 24,20 до 23,85° при наличии разности в температуре в 0,5°). Опыты показывают, что порог температурного различения на теплое будет равен 0,79°.

При этой адаптационной температуре у одного и того же человека различительная температурная чувствительность к нарастанию холода или тепла разнилась в 0,87°, причем холодовое различение оказалось более тонким, нежели тепловое.

Чем ближе адаптационная температура к нормальной температуре кожи (около 30°), тем быстрее различение тепла и холода; чем больше удаляется адаптационная температура от физиологически нулевой температуры кожи, тем больше снижается острота температурного различения.

Развитие температурной чувствительности человека

Важно отметить, что человек не ощущает температуру кожи как таковую, безотносительно к *разности* ее в отношении температуры внешних предметов.

Температуру кожи лба мы не ощущаем рецепторами, расположенными на лбу. Для того чтобы ощутить эту температуру, мы прикладываем пальцы или губы ко лбу и получаем ощущение соответствующей более высокой температуры. Прикладывая пальцы руки к коже живота или ступни ног, мы составляем ясные впечатления о разности их температур. Охлаждая одну руку на морозе, а другую согревая в перчатке, мы затем ясно различаем их температуру, приклады-

вая руки друг к другу. Следовательно, ощущение температур различных участков кожи собственного тела имеет в своей основе общий принцип температурной чувствительности — отражение разности температур кожи данного участка тела и другого тела. Следовательно, температурные ощущения отражают *процесс взаимодействия*, а не самое явление теплообразования организма, не состояние температуры кожи безотносительно к температурным условиям среды. Механизмом этого отражения является деятельность кожно-температурного анализатора, который, с одной стороны, дробит на мельчайшие отдельности температурные раздражения каждого участка кожи, а с другой — синтезирует, объединяет эти раздражения в известную систему общей ориентации организма в температурных условиях среды. Для этого объединения чрезвычайно важным условием является множество разностей температур различных участков кожи в их отношении к различным температурным раздражителям. Дифференцировка этих сравнительно малых разностей осуществляется посредством взаимодействия корковых процессов возбуждения и торможения. Охранительная роль торможения сказывается и в области температурной чувствительности: процесс адаптации свидетельствует об этой роли в виде повышения чувствительности непосредственно раздражаемого участка кожи к малым разностям температур. При этом не происходит общего изменения температурной чувствительности всего тела, так как тормозится деятельность остальных температурных рецепторов (в том числе и близлежащих) при возбуждении непосредственно раздражаемой группы температурных рецепторов. Кора головного мозга создает как бы мозаику температурного возбуждения и торможения, благодаря чему человек осознает охлаждение или согревание одних частей тела при относительно постоянной температуре всей кожи тела. Именно эти сигналы температурных разностей данного участка кожи и всей кожной поверхности определяют поведение человека по отношению к своему телу: действия, направленные на охрану теплообразования или, напротив, усиление теплоотдачи.

В силу корковой природы температурных сигналов человек способен разнообразно приспособляться к температурным условиям среды, к разнообразным климатическим условиям в широкой зоне от тропического зноя до полярного мороза. Решающую роль в этой адаптации играет тренировка, т. е. условнорефлекторные механизмы и использование созданных общественным производством средств сохранения изотермии человеческого тела.

ГЛАВА IX

БОЛЕВЫЕ ОЩУЩЕНИЯ

Биологическая природа боли

Организм человека представляет собой единое целое благодаря рефлекторной деятельности головного мозга. Сигнальная деятельность коры головного мозга осуществляет взаимодействие организма как целого с жизненными для него условиями внешнего мира. Сохранение целостности организма обеспечивается системой защитных реакций нервной системы от элементарных спинномозговых рефлексов отдергивания конечностей (оборонительно-двигательных рефлексов) до сложных произвольных действий, предупреждающих, устраняющих или ослабляющих вредоносное для организма раздражение. Эти разнообразные защитные реакции имеют огромное биологическое значение в деле охраны и сохранения целостности организма, его жизнеспособности и нормальной жизнедеятельности.

Возникающий в организме болезненный процесс (вследствие ранения, контузии, заражения, воспаления тканей и т. д.) вызывает сопротивление со стороны тканей и систем организма, причем ведущую роль в организации борьбы организма с болезнью играет именно кора головного мозга человека. Установлено, что особую роль в этом сопротивлении и процессе восстановления организма играет корковое условнорефлекторное внутреннее торможение. Эту роль Павлов назвал «охранительной ролью» внутреннего торможения. Под влиянием деятельности коры головного мозга, сигнализирующей об опасности, вредоносности для жизни человека тех или иных раздражений, перестраивается работа всех отделов центральной и вегетативной нервной системы. В результате этой перестройки повышается реактивность организма, особенно пора-

жаемой вредоносным внешним раздражением системы или ткани тела. Выражениями повышенной реактивности являются: а) повышение сократимости и возбудимости мышц (бурные двигательные реакции), б) усиление питания, обмена веществ и т. д. поражаемой ткани, в) повышение чувствительности не только рецепторов поражаемой ткани, но и других рецепторов, как бы мобилизующих организм на большую предусмотрительность поведения. Этим объясняется повышение чувствительности зрения, слуха, обоняния, статических и мышечно-суставных ощущений при болевых раздражениях, например болевых раздражениях электрическим током отдельного участка кожи человека. Болевые раздражения порождают болезненный или патологический процесс, т. е. являются элементами болезни. Но они же, выступающие в форме *болевых ощущений* и *чувства страдания* (эмоции боли), сигнализируют о возможности болезни или начинающемся патологическом процессе. В этом смысле болевые раздражения, на определенном уровне нервной деятельности *превращаемые в ощущения,* сигнализируют о вредоносном действии тех или иных раздражителей и тем самым способствуют организации коркового процесса сопротивления и преодоления болезни. Именно болевые ощущения являются сигналами для всей коры головного мозга о вредности тех или иных раздражителей. Высший анализ и синтез этих раздражителей, осуществляемые корой головного мозга на основе болевых ощущений, влекут за собой сложную рефлекторную организацию предусмотрительного и противоболевого поведения человека.

Бехтерев и его сотрудники доказали, что сигналом для оборонительно-двигательного рефлекса может быть любой внешний раздражитель, одно появление которого затем вызывает предусмотрительное поведение человека, устраняющее возможность боли. В лаборатории Бехтерева было установлено, что таким условнорефлекторным образом возникают явления *ожидания боли,* сопровождающиеся повышением чувствительности многих рецепторов (Мясищев и его сотрудники).

Исключительную роль в этом *обобщении* болевых ощущений и организации предупредительного поведения играет вторая сигнальная система. Словесный раздражитель «укол», т. е. сигнал об *угрозе* укола, вызывает такую же двигательную и сосудистую реакцию, как и непосредственно при болевом раздражении, т. е. самом уколе.

Наблюдения хирургов и терапевтов (особенно Бурденко, Лурия), специальные психологические исследования Беркенблит, Давыдовой и других свидетельствуют о том, что болевые ощущения обобщаются и перерабатываются второй сигнальной системой, вследствие чего речь больного («жалобы»

больного) являются для врача одним из показателей болезненного процесса, его характера и места поражения.

Широко распространено представление, что боль является продуктом деятельности лишь низших отделов центральной нервной системы в их взаимодействии с вегетативной нервной системой. Высшим центром для боли поэтому неправомерно считают подкорковые узлы, а самую боль рассматривают лишь как примитивное переживание страдания. Боль есть эмоция, а не ощущение — таково заключение некоторых ученых, считающих, что боль не несет в себе никаких элементов отражения. Эта точка зрения восходит еще к Декарту, который утверждал, что боль, возникшая при ранении кожи и мускулов ножом, не похожа ни на нож, ни на поражаемые ножом ткани.

Вопрос о том, является ли боль не только переживанием страдания (что несомненно), но и *ощущением*, неразрывно связан с вопросом о том, является ли кора головного мозга анализатором боли или высшего анализа боли вообще не существует, поскольку болевые импульсы не поднимаются в головном мозгу выше зрительного бугра.

Для понимания корковой природы болевых ощущений важно знать условия, при которых они возникают. Особенностью болевых ощущений является то, что они возникают, с одной стороны, при действии адекватных болевых раздражителей на болевые рецепторы кожи (кожно-болевые ощущения), но с другой — при действии сверхмощных раздражителей большой интенсивности на любые рецепторы, вызывающие их перераздражение.

Поэтому болевые ощущения возникают при перераздражении или травматизации любых рецепторов.

Действие очень сильных звуковых или световых раздражителей вызывает в момент этого действия явление оглушения или ослепления, равно как и большая концентрация химических веществ вызывает болевые ощущения в обонятельном и вкусовом рецепторах и т. д.

Так же точно обстоит дело с мышечно-суставными или внутренностными рецепторами. При сильном физическом утомлении мышечно-суставные ощущения превращаются в болевые ощущения, при заболеваниях внутренних органов внутренностные рецепторы посылают болевые импульсы в кору головного мозга и т. д. Можно сказать, что для *любого рецептора,* расположенного на поверхности тела, в мышцах или внутренних органах, существует свой *верхний порог раздражения,* за пределами которого раздражители оказывают уже не специфическое для них действие (световое, звуковое, химическое и т. д.), а перераздражают рецептор, вызывая защит-

ную реакцию мозга в форме болевых ощущений. Верхний порог раздражения любого рецептора является поэтому кожным порогом болевой чувствительности этого рецептора.

Наличие верхнего порога любых рецепторов натолкнуло некоторых ученых на мысль о том, что болевые ощущения вообще не имеют своих специальных рецепторов и проводников, что они не имеют вообще специальных условий для их возникновения. Это предположение оказалось неправильным ввиду того, что эти ученые отождествили сверхпороговые раздражения любых рецепторов со специальной болевой чувствительностью кожи. Специальные болевые рецепторы расположены в коже, будучи тесно связанными с общими функциями кожи как защитного покрова и специального органа тела. Болевые ощущения в собственном смысле слова являются *кожно-болевыми*. Специфическим раздражителем кожно-болевых ощущений является механический, электрический или химический раздражитель, нарушающий целость кожного покрова тела. Поэтому для кожно-болевых ощущений особенное значение имеет *сила* раздражителей, с которой связано то или иное биологическое действие. Но, как будет показано дальше, болевые ощущения отражают и *качество* раздражителей, которым является то или иное биологическое действие раздражителя на организм.

Необходимо учесть, что болевые ощущения отражают силу и качество раздражителей именно в связи с состоянием организма. Как и температурные ощущения, болевые ощущения отражают процесс взаимодействия внешней и внутренней среды организма. В силу этого обезболивание, т. е. искусственное подавление болевых ощущений, причиняющих человеку страдание, не всегда бывает целесообразным, так как вместе с этим исключаются необходимые для организма сократимость мышц, усиление общебиологических процессов и повышение чувствительности анализаторов. Обезболивание должно быть рациональным, чтобы частично сохранялась проводимость болевых импульсов, но преграждался доступ их в кору головного мозга в случае чрезмерно высоких страданий. Советская медицина достигла больших успехов в деле рационального обезболивания при родовспоможении, хирургических операциях и т. д. Большую роль играет в этом отношении искусственно вызываемое внутреннее торможение, т. е. гипнотический сон, а также словесное внушение и убеждение, психотерапевтическое действие врача на больного.

Но подавление боли в любом случае связано со знанием силы и характера болевых ощущений больного, которое путем объективного исследования болевой чувствительности больного и его словесных показаний позволяет судить о состоянии

болевой чувствительности, повышении или понижении этой чувствительности.

Если повышение болевой чувствительности является признаком болезненной возбудимости специальных рецепторов кожи вследствие начинающихся патологических процессов, то и понижение болевой чувствительности свидетельствует о понижении защитной реактивности к вредоносным раздражениям, что чревато осложнениями для организма.

Полное поражение болевой чувствительности представляет большую опасность для организма, так как исключает сигнализацию о начинающемся патологическом процессе и вредоносных действиях сильных внешних раздражений. Подобные тяжелые расстройства болевой чувствительности имеют место при некоторых психических заболеваниях, а также функциональных заболеваниях коры головного мозга (истерии), что свидетельствует о том, что именно состояние коры головного мозга определяет характер болевой чувствительности.

Поэтому нужно считать, что нормальная болевая чувствительность является одним из признаков здоровья человека.

Кожные рецепторы боли

Кожными рецепторами боли являются свободные нервные окончания, связанные с эпителием, т. е. поверхностным слоем кожи. Болевые точки кожи снабжаются ветками не одного нерва, а двух соседних нервных стволов, чем обусловливается распространение болевого раздражения, превышающее по площади величину самой раздражаемой поверхности кожи. Нервные сплетения, связанные со свободными нервными окончаниями, либо вовсе не покрыты мякотной оболочкой, либо очень слабо покрыты ею.

Установлено, что эти свободные нервные окончания в эпителиальном слое кожи и являются специальными рецепторами боли при повреждении кожного покрова. Эти рецепторы территориально отграничены от тактильных и температурных рецепторов кожи. Научное изучение этих рецепторов показало, что они *численно* превосходят количество других кожных рецепторов (приблизительно *вдвое* по сравнению с числом тактильных рецепторов, *втрое* по сравнению с температурными рецепторами). Тем самым вновь подчеркивается общее биологическое значение болевой сигнализации для сохранения жизни организма, осуществления нормального взаимодействия его с внешней средой.

Общее число болевых рецепторов кожи насчитывается около 900 000—1 000 000 болевых точек, причем в среднем на 1 *кв. см* кожи можно насчитать около 100 таких точек.

Подобно остальным кожным рецепторам, болевые рецепторы распределены неравномерно. Бросается в глаза обратно пропорциональная связь между распределением болевых и тактильных рецепторов: части кожи, в наибольшей мере снабженные тактильными рецепторами, в наименьшей мере содержат болевые точки. Эту противоречивую связь иллюстрируют данные Скрамлика о распределении точек на 1 *кв. см* кожи: на мякоти большого пальца руки имеется 120 тактильных рецепторов, но вдвое меньше (60) болевых точек. Напротив, на ладонной стороне предплечья 203 болевых точки, но всего 15 тактильных точек, т. е. в 13 с лишним раз меньше. На коже грудной клетки болевых точек 196, а тактильных всего 29 и т. д. Как эти данные, так и исследования взаимодействия тактильных и болевых ощущений кожи в процессе осязания убеждают в том, что оба эти вида кожной чувствительности тормозят друг друга. Лишь тогда, когда механическое раздражение доказывает вредоносное действие, тактильные ощущения уступают место болевым. Значение этого факта трудно переоценить. Дело в том, что болевые ощущения вызывают *рефлекс на удаление раздражителя,* т. е. на прекращение его действий на кожу (оборонительно-двигательный рефлекс). Ухтомский справедливо критиковал реакционного философа-идеалиста А. И. Введенского за его утверждение, будто бы *всякий* рефлекс принципиально направлен на удаление от раздражителей, а следовательно, прекращение его действий на организм. «Если бы это было так, — писал Ухтомский, — не было бы расширяющейся познавательной деятельности организма и не могло бы развиваться и получать упражнение углубляющееся восприятие среды».[1] Благодаря тактильным ощущениям, напротив, развиваются сложные корковые двигательные рефлексы на соприкосновение, *сближение* с внешним предметом. Этим объясняется то, что тактильные рецепторы больше представлены на коже двигательных органов, особенно кисти рук у человека, а болевые рецепторы наименее представлены именно на них.

С другой стороны, оказалось, что после поражения кожного покрова раньше всего восстанавливается деятельность болевых рецепторов, позже всего — тактильных. Таким образом, кора головного мозга регулирует пуск в ход то одних (оборонительных), то других (захватывающих и удерживающих предмет) двигательных рефлексов, причем последние вступают в действие лишь после восстановления нормальной болевой чувствительности пораженной части кожи.

---

[1] А. А. Ухтомский. Собр. соч., т. IV, стр. 60.

Проводники болевых раздражений

Возникшие в болевых рецепторах импульсы возбуждения передаются в спинной мозг по волокнам, которые относительно медленно проводят возбуждение. При нанесении на кожу болевого раздражения в чувствительном нерве возникают электрические импульсы небольшой амплитуды и малой частоты. Эти импульсы поступают по соответствующим нервам в спинной мозг через задние корешки в серое вещество задних рогов, заканчиваясь в ряде сегментов около имеющихся в них клеток, отростки которых переходят на противоположную сторону тела. Далее часть проводников болевых импульсов поднимается в головной мозг, причем в зрительном бугре заканчивается известная часть этих проводников. В кору головного мозга поступают импульсы не непосредственно от болевых рецепторов, а через подкорковые узлы уже в более обобщенном и расчлененном виде. Высший анализ и синтез болевых раздражений осуществляется корой головного мозга.

В зависимости от того, какая часть проводников болевых импульсов поражается, определяется характер болей при заболеваниях нервной системы. При перераздражении нервных стволов и спинномозговых задних корешков боль ощущается не только в месте раздражения, но и отдаленнее, в области, снабжаемой этими нервами. При полном перерыве нерва возникают фантомные боли, т. е. ощущение боли в отсутствующей конечности (например, ампутированной руке). Эти боли возникают вследствие раздражения рубцом концов нерва на культе («обрубке» руки), а кора головного мозга относит (проецирует) их на привычное пространство руки, какой она была до ампутации. Подобные фантомные боли имеют место особенно при поражении самой центральной нервной системы, в частности зрительного бугра, а также коры головного мозга.

Различают локальные (сосредоточенные в месте поражения болевых рецепторов или проводников), отраженные и иррадиирующие боли. Отраженными болями называются болевые ощущения, возникающие не на месте очага болезненного процесса, а в некотором отдалении от него (боли в плече и левой руке при грудной жабе, межреберные боли справа при заболеваниях печени и т. д.). Иррадиирующие боли возникают при распространении возбуждения одной из ветвей какого-либо нерва на другие ветви того же нерва (например, при поражении второй ветви тройничного нерва боль распространяется в зубы нижней челюсти или надглазничную область и т. д.).

Помимо кожной боли, возникают болевые ощущения при

раздражении болевых рецепторов различных органов. В медицине различают такие периферические боли соответственно органу, где они возникают: миалгии — в мышцах, арталгии — в суставах, цефалалгии — в голове и т. д.

Возбуждение кожных болевых рецепторов и проводников *через кору* головного мозга вызывает нередко отражение боли в различных органах (например, при сильном электрическом раздражении кожи рук — боли в суставах или внутренних органах, а также слабые болевые ощущения в глазах и ушах, типа покалывания и пощипывания и т. д.).

Характерно, что нервы, проводящие болевые импульсы, сами не чувствительны к боли (при сильном нажатии, надавливании при медицинском осмотре), если они не поражены в той или иной части. Болевая чувствительность в них обнаруживается лишь при том или ином поражении. То же характерно и для центральных аппаратов болевой чувствительности в мозгу. Они в наибольшей мере безболезненны, наименее чувствительны сами к болевому раздражению, наносимому на них, например, электрическим током или механическим повреждением.

Этот факт свидетельствует о том, что настоящим рецептором боли являются свободные нервные окончания в коже или сверхпороговые раздражения любых других рецепторов. Именно это отсутствие или слабость болечувствительности мозговых аппаратов свидетельствует о том, что торможение болевых раздражений усиливается все больше с переходом в высший отдел головного мозга — кору больших полушарий.

Кора головного мозга и высший анализ болевых раздражений

Одним из фактов, подтверждающих передачу болевых импульсов в кору головного мозга, является возникновение возбуждения коры при действии на кожу болевых раздражителей. Скрытый период этого возбуждения (между нанесением на кожу болевого раздражения и возникновением раздельного болевого ощущения) равняется 0,37 *сек*, в то время как аналогичный период возбуждения, необходимый для возникновения тактильного ощущения, равен всего 0,13 *сек*. Если сравнить скорость проведения болевых импульсов в спинной мозг и в кору головного мозга, то окажется, что это проведение все более и более замедляется. До коры головного мозга доходят лишь наиболее важные и обобщенные болевые импульсы, имеющие общее значение для сохранения целостности организма. На болевые импульсы кора отвечает усилением внутреннего торможения, усилением дифференцировки раздражителей и

сложной системой защитных условнодвигательных и сосудистых рефлексов.

В настоящее время нет оснований полагать, что имеется какой-либо обособленный и специализированный корковый центр болевого анализатора. Предполагалось, что таким центром может быть область задней центральной извилины, т. е. ядро кожно-механического анализатора. Однако это предположение оказалось несостоятельным, так как прямое электрическое раздражение задней центральной извилины не вызывает болевых ощущений, в то время как оно вызывает другие ощущения, особенно тактильные. После разрушения болезненным процессом при заболеваниях мозга этой области болевые ощущения не утрачиваются. Можно думать, что вся кора является анализатором болевых раздражителей, отделения их от других, жизненно необходимых раздражителей, причем рассеянные элементы каждого анализатора, поскольку они имеют наибольшее значение для реакции на интенсивность раздражений, выполняют особую роль в дифференцировке соответствующих болевых раздражителей. Этим объясняется два момента: проекция болевых ощущений на действительное место болевых раздражений соответствующих рецепторов и органов и вместе с тем разлитой характер болевых ощущений, а также отраженный характер болей при раздражении одной части тела на какой-либо другой.

Основные качества болевых ощущений

Болевые ощущения (имеются в виду особенно кожно-болевые ощущения) характеризуются как общими со всеми ощущениями качествами, так и своеобразными, только им присущими качествами.

К общим качествам болевых ощущений относятся: а) отражение в них интенсивности раздражения, оказывающего вредное действие на кожный покров, б) отражение в них качества болевых раздражителей, в) длительность ощущений, г) отнесение болевого ощущения к определенному месту (пространству) раздражения.

Изучение интенсивности и качества болевых ощущений впервые стало предметом исследования лишь в советской психологии. Экспериментальные данные Беркенблит из нашей лаборатории представляют интерес именно для анализа отражения в болевых ощущениях как интенсивности, так и качества раздражения.

Специальными опытами показано, что человек научается более или менее точно определять величину болевых раздражений электрическим током, если ему сообщается при даче

раздражений сила раздражителей (в вольтах). После этого человеку обычно легко самому переводить на эти измерительные величины испытываемые им болевые ощущения. В большинстве случаев оценки испытуемыми силы тока, вызывавшего болевые ощущения, приблизительно соответствовали действительной величине электрического напряжения с небольшими отклонениями в сторону преувеличения этого напряжения. Точное определение отклонений от величины раздражителя было получено Беркенблит при изучении действия фарадического тока (от индукционной катушки) на болевые ощущения. В первой серии опытов испытуемым сообщалась величина тока (в сантиметрах), раздражавшего кожу в данный момент, а во второй серии испытуемые, ощущая боль от того или иного раздражителя фарадическим током, сами обозначали силу тока (в сантиметрах) на основе получаемых ими ощущений. Оказалось, что по отношению к фарадическому току, действие которого было болезненным, измерительная оценка силы тока была сравнительно точной. Средняя ошибка в показаниях испытуемых равнялась всего 0,7 *см*, т. е. отклонение весьма незначительное от действительной величины тока индукционной катушки. Характерно, что ошибка не увеличивалась, а ***уменьшалась*** с переходом от средней силы раздражений к более сильным раздражениям, доходя до отклонений 0,5 или даже 0,25 (от действительной величины тока). При очень сильных раздражениях (у порога выносливости для данного человека) отражение интенсивности раздражения становится все менее и менее точным, а затем (с увеличением силы тока) и вовсе невозможным, поскольку им вызывается безусловный оборонительно-двигательный рефлекс. По отношению к средним и сильным электрическим раздражениям болевые ощущения отражают *интенсивность* болевого раздражения, дифференцируют прирост силы электрического тока. Боль есть ощущение, отражающее *силу* раздражителя, но в отличие от других ощущений это различение интенсивностей раздражителей неразрывно связано с переживаниями страдания и значительным волевым усилием человека, выражающемся в сопротивлении болевым раздражениям.

В какой степени болевые ощущения *качественно дифференцируют* характер болевых раздражений? На этот вопрос также дан ответ опытами Беркенблит. Сравнивалось действие электрического раздражения от двух источников тока: хронаксиметра и индукционной катушки. Не было ни одного случая отождествления обоих различных источников электрического тока. Ясно отмечалось в словесном отчете испытуемых ощущаемое ими различие в действии того и другого электрического тока. При действии хронаксиметрического тока испытывались

боли следующих типов: колющая, жгучая, толчкообразная, дергающая, щиплющая. Эти типы боли вовсе не указывались при действии индукционного раздражения. При этом действии типы болевых ощущений обозначались как ломящая, судорожная, давящая.

Сходство болевых ощущений при различных типах электрического раздражения заключено главным образом в реакциях на интенсивность раздражителя (более сильные реакции на более сильные раздражители). Различие между ощущениями при различных типах электрораздражителей отражает преимущественно качество раздражителей.

Это сходство и различие ясно выражаются не только в словесном отчете испытуемых, но и в их двигательных реакциях. Изучение Давыдовой в нашей лаборатории типов двигательных реакций при различных болевых раздражителях подтверждает это положение. Весьма различаются кривые движений руки при хронаксиметрическом раздражении (в вольтах) и индукционном раздражении (в сантиметрах индукционной катушки).

Клинический опыт подтверждает факт качественного различения больными характера испытываемых ими поверхностных (кожных) и внутренностных болей в зависимости от характера болезненных процессов в тех или иных органах и тканях. В медицине считаются со словесным отчетом больных о характере испытываемых ими болей как известным признаком характера заболевания. Различают боли давящую, ломящую, сверлящую, рвущую, колющую, стреляющую, грызущую, щиплющую, распирающую, жгучую, тупую и т. д.

Качество *раздражения*, а не качество *раздражителя* отражается в болевых ощущениях. Именно поэтому болевые ощущения являются сигналами для защитных реакций коры, в том числе и организации ею противоболевого поведения. В этом заключается отличие болевых кожных ощущений от ощущений других внешних анализаторов. *Длительность* раздражения отражается в болевых ощущениях в зависимости от интенсивности и характера болевых раздражений. В этом отношении важно, что проведение болевых импульсов в кору сравнительно медленное.

Скорость возникновения отдельного болевого ощущения приблизительно равна 0,5 *сек*. При длительном раздражении одним и тем же раздражителем болевые ощущения сравнительно мало адаптируются, но оценка длительности раздражения является более точной для терпимых болей, а для нетерпимых болей вовсе невозможной. Длительность болевого раздражения отражается более точно при прерывистом, нежели при непрерывистом действии этого раздражения.

Пространственная локализация болевых раздражений весьма характерна для болевых ощущений. Но эта локализация является более разлитой и менее точной, нежели тактильная (особенно при отражениях и иррадиированных болях). Тем не менее человек редко грубо ошибается в распознавании места поражения после первоначального острого возбуждения боли. Эта пространственная локализация болевых ощущений имеет большое значение для определения характера и места поражения.

При одновременных и последовательных болевых раздражениях возникает взаимодействие болевых ощущений с разных мест и развивающихся неравномерно во времени. Выражением этого взаимодействия является как подавление слабых болей сильными (причем, например, слабая боль зуба усиливает сильную боль руки и наоборот), так и маскировка одних болей другими (при относительно разных степенях болевых ощущений). В области боли широко распространено явление последействия болевых ощущений, а также слабая адаптация к боли любой части кожи («неутолимость» боли). Особенно большое значение имеет контраст в этой области (между очень сильной болью и слабым болевым раздражением), усиливающий различение болевых раздражений.

Абсолютная и различительная болевая чувствительность

Минимальное раздражение, вызывающее едва заметное ощущение боли, определяет абсолютный порог болевых ощущений. Минимальная величина болевого раздражения изменяется в зависимости от того, к какому роду раздражителей принадлежит данный внешний агент: электрическому, химическому, температурному или механическому. Наиболее устойчивыми величинами являются механические раздражения болевых рецепторов (укол), так как они вызывают более локализованные, менее разлитые болевые ощущения.

Установлено, что абсолютные пороги болевых ощущений различны для различных участков кожи (в зависимости от концентрации в них болевых рецепторов), причем эти пороги не совпадают, а большей частью расходятся с порогами тактильных ощущений этих же частей кожи.

Абсолютные пороги болевых ощущений измеряются подобно тактильным (только вместо прикосновения волоском — давлением острия) из расчета давления острием на 1 *кв. мм* кожи, т. е. выражаются в отношении соответствующего числа граммов (давления) на 1 *кв. мм* кожи. Установлено, что наименьший порог (следовательно, наибольшая абсолютная

чувствительность) характеризует роговицу (0,2), затем конъюнктиву (2,0). Наибольший порог болевого ощущения (т. е. наименьшая абсолютная болевая чувствительность) характеризует кожу подошвы ноги (200), а в еще большей степени кончики пальцев руки (300). Между этими крайними вариантами абсолютной болевой чувствительности (низкой и высокой) лежит зона средней чувствительности — живота (20), ладонной поверхности предплечья (30), тыла предплечья (30), икр ног (30) и т. д.

Разностный порог или порог различения болевых раздражителей во времени определяется по тому, как часто следующие друг за другом болевые раздражения различаются как отдельные раздражения, а не слитно. Установлено, что порог слияния во времени для болевых раздражителей равен трем раздражениям в 1 *сек* (сходно с разностным температурным раздражителем). При более частом нанесении болевых раздражений болевое ощущение становится непрерывным. Более важным является вопрос о пороге различения, дифференцировке болевых раздражений по их *интенсивности,* т. е. отражение *прироста* силы болевых раздражений.

При различных болевых раздражениях по-разному протекает различение интенсивностей раздражения. Нарастание силы болевого ощущения отражается в различении прибавки к исходному болевому раздражению. В опытах Беркенблит такой прибавочной величиной было 3 *в* (в хронаксиметрическом эксперименте). Эта величина, однако, не являлась минимальной, как об этом можно судить по другим данным этого исследования. Более точным было различение прибавки интенсивности сильных болевых раздражителей, нежели средних. Таким образом, различительная болевая чувствительность неравномерно распределяется по зонам интенсивности болевого раздражения. Она является наименьшей при приросте малых интенсивностей и наибольшей при больших интенсивностях (до порога выносливости). В области боли не находит своего выражения закон логарифмической зависимости ощущений от раздражений. В этой области имеется прямая зависимость в довольно значительном диапазоне ощущений (до предела выносливости).

Пороги боли и пределы выносливости

Болевые ощущения доставляют человеку страдания и вызывают различные по сложности защитные действия. Но человеку нередко приходится сознательно переносить, терпеть боль, какими нестерпимыми ни ощущались бы болевые раздражения. Подобное положение может возникнуть и при ра-

нении, когда боец или командир продолжают боевые действия до того момента, пока не выполнят боевого задания или не будут заменены пополнением. Подобное положение испытывает больной, подвергающийся хирургической операции и т. д.

При сравнительно легких, не опасных для жизни ушибах, ожогах, ранках и т. д., человек продолжает трудиться, перенося боль и превозмогая ее волевым усилием — сознание ответственности, мужество и настойчивость способствуют тому, что человек переносит и терпит болевые ощущения, превозмогая страдания. Советские люди на фронте и в мирной жизни многократно являли собой подобные примеры мужества и терпеливости.

Выносливость боли своим механизмом имеет торможение первой сигнальной системы со стороны второй сигнальной системы, т. е. усиление ее роли в реакциях на болевые раздражения. При этом перестраивается система условнодвигательных рефлексов. На смену оборонительно-двигательным рефлексам, уводящим человека от болевого раздражителя, приходят более сложные двигательные рефлексы. Хорошо известно, что при очень сильной боли (например, при удалении зуба) человек не вскакивает и не убегает, т. е. не удаляется от такого болевого раздражения, хотя и доставляющего тяжелое страдание, но необходимого, а остается на месте. При этом чрезвычайно увеличивается статическое напряжение мышц: человек сжимает как можно сильнее кулаки, прижимается сильно всем телом к сидению и т. д. Одновременно с этим высоким статическим напряжением мышц человек прибегает к другим способам противодействия боли (например, отвлекая свое внимание от боли сосредоточением на каких-либо мыслях, разглядывании окружающих предметов, счете до определенного числа и т. п.). Во всех этих действиях решающую роль играют *речевые движения* (внешне выраженные или скрытые), *тормозящие оборонительные движения конечностей*, испытывающих боль. Следовательно, то, что внешне представляется как простое статическое мышечное напряжение головы, корпуса, конечностей, в действительности есть их торможение возбудимыми очагами речевых движений.

В опытах Беркенблит и Давыдовой ясно выявилась эта закономерность двигательного торможения руки, испытывающей болевые раздражения при одновременном возбуждении речи испытуемых. При этом отмечались сопряженные движения другой руки, не подвергающейся раздражению. Но и эти сопряженные движения другой руки были заторможенными в еще большей мере.

В этих случаях абсолютная болевая чувствительность повышалась, т. е. пороги болевых ощущений снижались по отно-

шению к минимальному болевому раздражению (величина сдвигов от 0,5 до 1,5 *см* индукционной катушки). Почти параллельно возрастала выносливость по отношению к максимальным величинам силы болевого раздражения.

Можно составить представление о том, в какой степени понижались абсолютные пороги болевых ощущений (т. е. повышалась чувствительность) и границы «предела выносливости» по сопоставлению величин болевых раздражителей в вольтах (хронаксиметрического тока). Так, например, в трех сериях опытов Беркенблит порог ощущений последовательно снижался у некоторых испытуемых в 2 раза, у других — $1^1/_2$ раза. Лишь у меньшинства имело место повышение порога или отсутствие каких-либо сдвигов. «Предел выносливости» также не оставался в большинстве случаев неизменным. Он раздвигался в меньшей мере, нежели нижний порог болевых ощущений, но в большинстве случаев возрастал. Так, например, у одного испытуемого вначале (в первой серии опытов) он равнялся 50, а затем (в третьей серии опытов) он достигал величины в 140 *в*. У других испытуемых эти сдвиги были меньшими, но тоже обнаруживали тенденции роста (от 62 до 120, от 80 до 101 и т. д.). Ни в одном случае не было отмечено снижения порога выносливости.

Этот факт свидетельствует о том, что и в области болевых ощущений имеет решающее значение тренировка как в распознавании минимальных раздражений, так и в переносимости максимальных раздражений.

Как и все виды чувствительности человека, болевая чувствительность развивается в таких условиях, которые делают ее жизненно необходимой. «Пределы выносливости» являются крайне относительными, раздвигаясь и изменяясь в зависимости от сознательной установки человека на преодоление *эмоций* боли. Но преодоление непроизвольных оборонительно-двигательных рефлексов не означает снижения остроты сильных болевых ощущений, но означает лишь замену этих рефлексов рефлекторной деятельностью второй сигнальной системы, тормозящей более элементарные двигательные рефлексы на болевые раздражения.

Исключительное значение для развития «пределов выносливости» имеют общественно-моральные установки личности, сознательный и организованный характер ее поведения. Именно в этом изменении «предела выносливости», а не в абсолютной болевой чувствительности проявляется личность человека в ее отношении к боли и болезни.

ГЛАВА X

МЫШЕЧНО-СУСТАВНЫЕ ОЩУЩЕНИЯ (КИНЕСТЕЗИЯ)

Деятельность человека как источник ощущений

Сознание человека формируется и развивается в деятельности. Но сама деятельность человека определяется жизненными для него условиями объективной действительности, которая отражается сознанием.

Воздействие внешнего мира через органы чувств на мозг человека порождает многообразные ощущения («образы внешнего мира»), которые являются источниками не только сознания, но и деятельности человека.

Зрительные, слуховые, вибрационные, кожные, обонятельные, вкусовые и другие ощущения являются теми элементарными побуждениями, которые вызывают те или иные элементарные акты деятельности человека.

Следовательно, все ощущения в совокупности являются источниками деятельности, но само осуществление действий порождает особенные ощущения, а именно мышечно-суставные ощущения. Мозг человека получает сигналы не только от внешнего мира, но и от исполнительных, рабочих двигательных органов о том, как совершается рефлекторное движение, соответствует или нет оно действительной природе раздражений, вызвавших это действие.

Работающая мышца, непосредственно осуществляющая практическое взаимодействие с внешним раздражителем, сама является источником ощущений (Сеченов).

Проблема мышечно-суставных ощущений имеет совершенно исключительное значение для *психологии человека*. Известно, что движения и действия человека, его деятельность в целом по своей природе общественны. Труд является качественно своеобразной деятельностью человека, создавшей по

сравнению со всей историей жизни новый двигательный аппарат организма человека. Трудовая производственная деятельность людей обусловливает качественно своеобразный механизм мышечно-суставных ощущений человека. Но не только труд, но и членораздельная речь, развивающаяся на основе звукового языка, его словарного состава и грамматического строя, создала новые формы мышечно-суставных ощущений человека, не имеющих никакой аналогии в животном мире.

Исторический материализм создал основы естествознания человека. Известно, что общественно-трудовое развитие человека преобразовало его мозг, создало новые черты строения организма человека. К ним особенно относятся вертикальное положение тела и прямохождение, необычайно подвижный двигательный аппарат рук как естественных органов труда и речедвигательный аппарат.

Именно с этими специфически человеческими особенностями строения и функций человеческого организма и связаны главные формы мышечно-суставных ощущений, коренное отличие двигательного анализатора человека от двигательного анализатора животных.

Ощущения положения тела в пространстве, его передвижения по пространству окружающего мира, мышечно-суставные ощущения рук в процессе трудовых действий, членораздельной речи и являются важнейшими источниками как сознания, так и самой деятельности.

Эти мышечно-суставные ощущения контролируют движения и действия человека, по ним человек судит о работоспособности, утомлении, точности, скорости движения. На основе мышечно-суставных ощущений человек судит о соответствии или несоответствии своих движений вызвавшим их внешним причинам.

Но значение мышечно-суставных ощущений не ограничивается лишь этим. Их значение всеобще для работы всех анализаторов человека. Сеченов доказал, что именно с мышечно-суставными ощущениями связано объективирование ощущений. «Когда на наш глаз падает свет от какого-нибудь предмета, мы ощущаем не то ощущение, которое оно производит на сетчатке глаз, а внешнюю причину ощущений — стоящий перед нами предмет... Вот это-то вынесение некоторых впечатлений наружу в сторону их внешних источников и называется объективированием впечатлений... не подлежит ни малейшему сомнению, что эволюция ее идет рука об руку с расчленением и координированием мышечного чувства.[1]

Сеченов поэтому утверждал, что *«мышечные ощущения, по-*

---

[1] И. М. Сеченов. Избр. философск. и психолог. произв., стр. 433.

мещаясь на поворотах чувствования, т. е. в промежутках между ощущениями иного рода, служат для них не только соединительными звеньями, но и определяют при объективировании ощущений взаимные отношения их внешних субстратов в пространстве и во времени».[2]

Но мышечные ощущения неотделимы от мышцы, они есть результат дробного анализа состояния мышцы. Рефлекторная деятельность коры головного мозга своим конечным звеном имеет именно работу мышцы, исполнительного аппарата головного мозга. Но благодаря проприоцепторам осуществляется обратная связь от мышцы к мозгу, что создает возможность образования сложных рефлекторных циклов.

Рецепторы мышечно-суставных ощущений

В мышцах имеются нервные окончания двух родов: центробежные, или двигательные, по которым от мозга спускаются в мышцы нервные импульсы, и центростремительные, или чувствительные, которые подают в мозг сигналы о совершаемом мышцами движении. Эти *чувствительные нервные окончания в мышцах и являются рецепторами мышечных ощущений.* Считают, что от $^1/_3$ до $^1/_2$ всех волокон в нерве, соединяющем спинной мозг с мышцей, являются чувствительными, или центростремительными. Учитывая громадное число всех мышц человека, можно представить себе огромное множество мышечных рецепторов. Эти рецепторы находятся не только в мышечной ткани, но и в сухожилиях, в капсулах мышц и сухожилий и т. д. Поэтому рецепторы всего двигательного аппарата носят название мышечно-суставных. Эти рецепторы разнообразны по своему строению. В мышечной ткани находятся так называемые окончания Руффини, в сухожилиях — аппараты Гольджи, в капсулах мышц и сухожилиях — тельца Гольджи — Маццони и т. д.

Мышечно-суставные рецепторы разделяются на группы веретенообразные и сухожильные, а также соединительные. Веретенообразные окончания встречаются среди поперечнополосатых мышц. Каждое такое «веретено» имеет свою собственную оболочку, свои кровеносный и лимфатический сосуды. Несколько нервных волокон разветвляются внутри этого «веретена», образуя сложные спирали, кольца и цветкообразные ветвления. Мышцы человека преимущественно характеризуются именно этими цветкообразными ветвлениями.

Величина веретенообразных окончаний различна в различ-

---

[2] Там же, стр. 433—434.

ных мышцах (от 0,05 до 13,0 *мм*). Наиболее многочисленны эти окончания в конечностях, особенно их крайних частях (пальцах рук и ног). В мышцах находятся мышечные рецепторы и другого строения (голые нервные окончания, рассеянные между мышечными и сухожильными волокнами, болевые рецепторы в соединительнотканных образованиях). В сухожилиях находятся специальные рецепторы — веретенообразные образования (до 1,5 *мм* длины), чаще всего расположенные у места соединения мышцы и сухожилия. Мышечно-суставные рецепторы возникают при возбуждении и сокращении мышцы. Их *раздражителем* является поэтому *движение той или иной части тела*.

При перемещении какой-либо части тела имеет место движение в суставе: перемещение суставных поверхностей одна относительно другой, изменение натяжения связок, сухожилий, пассивное натяжение мышц. При движениях изменяется общий тонус, или напряжение мышц, являющееся состоянием неполного сокращения или напряжения мышц, не сопровождающееся утомлением. Следовательно, изменение тонуса тех или иных мышц и связанных с ними сухожилий является специфическим раздражителем мышечно-суставных ощущений. Раздражение мышечно-суставных рецепторов тоническими изменениями передаются по чувствующим (или афферентным) путям в спинной мозг, а конечной станцией приема этих тонических импульсов является кора головного мозга.

Мышечно-суставные рецепторы раздражаются тоническими изменениями преимущественно *механическим* способом. Их работа ближе всего стоит к работе кожно-механических рецепторов с той разницей, что раздражителем последних являются механические свойства мышц и суставов (особенно упругие свойства мышечной ткани).

При тех или иных тонических изменениях происходит изменение кожи. Следовательно, на общем состоянии кожно-механических рецепторов отражается и общее состояние тонуса мышечного аппарата данной части тела.

Как этот факт, так и непосредственная близость путей тактильных и мышечно-суставных чувствительных нервов свидетельствуют об общности тактильных и мышечно-суставных рецепторов по их источникам и природе.

Проводники (мышечно-суставные чувствительные нервы)

До межпозвоночных узлов пути кожных и мышечно-суставных чувствительных нервов идут вместе, не разделяясь. Волокна собственно мышечно-суставных чувствительных нер-

вов берут начало в клетках межпозвоночных узлов. Центральные клетки этих узлов направляются к спинному мозгу в состав задних корешков. В месте вхождения в спинной мозг эти волокна делятся на короткие нисходящие и длинные восходящие ветви. Последние проходят весь спинной мозг до продолговатого, где они образуют два пучка, от них идут последовательно пути в варолиев мост, в средний мозг, в зрительный бугор, а затем и в определенную область коры головного мозга. Часть путей направляется в мозжечок, имеющий важное значение для автоматической регуляции двигательных органов.

Проведение мышечно-суставных раздражений по этим путям характеризуется определенными токами действия, которые могут отводиться специальными электрофизиологическими аппаратами. Эти токи действия представляют собой колебания двуфазного и однофазного характера, возникающие при растяжении мышцы. Между отдельными импульсами токов действия интервал в 0,03 *сек.* При увеличении нагрузки на мышечное волокно увеличивается ча́стота импульсов. Длительная неизменная нагрузка волокна приводит к медленному уменьшению частоты колебаний. На основании этого считают, что мышечно-суставные рецепторы адаптируются меньше, нежели другие рецепторы, ввиду постоянных перемен тонуса мышцы или связанных с ней других мышц.

На токах действия, равно как и на всей работе рецепторов и проводящих путей, сказывается взаимодействие мышц, особенно их взаимное торможение при работе мышц-антагонистов (например, сгибателей и разгибателей). Возбуждение центров сгибателей сопровождается торможением центров разгибателей и наоборот, причем эта форма взаимодействия происходит при непосредственном участии импульсов от мышечно-суставных рефлексов. Мышечно-суставные рецепторы и проводящие пути определяют создание и поддержание мышечного тонуса, без которого немыслимы никакие движения. Но эти чувствительные образования принимают непосредственное участие в выполнении и координировании всех двигательных актов. С этим участием связаны специальные рефлексы на растяжение мышцы (миотатический рефлекс), сухожильные рефлексы (например, коленный рефлекс), ритмические рефлекторные движения (цепной рефлекс) и т. д. Степень сложности и *произвольности* движений, возбуждаемых работой мышечно-суставных рецепторов, зависит от того, какие нервные центры регулируют эти движения. Произвольные движения, расчлененные и совершенные, являются результатом высшего анализа и синтеза движений, совершаемых мозговым корковым концом двигательного анализатора.

Корковые концы двигательного анализатора человека

Проблема корковой обусловленности мышечно-суставных ощущений была впервые поставлена и экспериментально разрешена Павловым и его сотрудниками. До работ Павлова анатомы и физиологи полагали, что в коре головного мозга существует особая двигательная (моторная) область в передней части больших полушарий, которая регулирует все движения человека. При этом утверждалось, что двигательная область регулирует самые движения, но не имеет отношения к мышечно-суставным ощущениям. Так, например, Бродман разделил кору головного мозга на различные поля, в которых будто резко обособлена локализация движений (в наружной и отчасти передней центральной извилине) и локализация мышечно-суставных ощущений (в задней центральной извилине совместно с кожными ощущениями).

В качестве доказательства того, что область передней центральной извилины является корковым центром движений, обычно ссылались на то, что при поражении этой области у человека наступает паралич или парез (ослабление силы и объема движений).

Павлов точными опытами доказал несостоятельность такого взгляда. Уже сорок лет назад Павлов пришел к новому пониманию функции двигательной области коры головного мозга как области анализа и синтеза движений.

Точными опытами Красногорского в лаборатории Павлова было доказано несовпадение областей кожно-механического и двигательного анализаторов, причем установлено, что область двигательного анализатора и есть то, что физиологи считали двигательной областью коры головного мозга.

Это и есть область анализа скелетодвигательной энергии организма, подобно тому как другие области ее — анализаторы разных видов внешней энергии, действующей на организм.[3]

Высший анализ и синтез движений частей тела осуществляется в процессе образования и дифференцировки условнодвигательных рефлексов. Поведение человека складывается именно из условнодвигательных, а не безусловнодвигательных рефлексов, существующих «в чистом виде» только первые месяцы жизни ребенка. Все движения человека, начиная от походки и кончая артикуляционными движениями речедвигательного аппарата, являются движениями, индивидуально

---

[3] Исключительно важное значение для обоснования корковой природы кинестезии имели также неврологические исследования Бехтерева и его сотрудников.

приобретенными, воспитанными и выученными. После того, как они выработались, движения человека становятся *автоматизированными,* но они не являются автоматическими в смысле спинномозговой машинообразности прирожденных рефлексов. Одни условнодвигательные рефлексы вырабатываются на основе других (например, навык письма на основе навыка раздельного оперирования пальцами у ребенка в процессе игры или бытовых операций — держания ложки и т. д.). Лишь в самой первичной основе эти условнодвигательные рефлексы вырабатываются на основе безусловнодвигательных рефлексов (например, держания предмета). Сочетание воздействия различных внешних свойств предмета с двигательным рефлексом самого ребенка образует сложный двигательный акт.

Выработка условнодвигательных рефлексов осуществляется путем сочетания любого внешнего раздражителя (светового, звукового и т. д.) с двигательным рефлексом (ориентировочным, хватательным, оборонительным и т. д.). Это положение было обстоятельно доказано Бехтеревым и его сотрудниками. Но самый факт образования таких сложнейших условнодвигательных систем еще не объясняет механизма самого двигательного анализатора. Важно было доказать, что может быть выработан условносекреторный рефлекс на мышечно-суставные сигналы. Этим прямо доказывается, что мышечно-суставные сигналы приходят в кору, анализируются корой головного мозга и входят во временную связь с любой другой реакцией организма. Тогда мышечно-суставные импульсы, как и любые импульсы со стороны рецепторов зрения, слуха и т. д., делаются условными раздражителями. В 1911 г. Павлов и Красногорский впервые доказали и открыли такую закономерность. Они создавали раздражитель из сгибания плюсно-фалангового сустава, подкрепляя его пищевым раздражителем. Сгибание другого (голеностопного) сустава не подкреплялось пищей. В этих опытах был получен точный ответ на поставленный вопрос, так как условный слюнный рефлекс вырабатывался на сгибание плюсно-фалангового сустава, а на сгибание голеностопного сустава была получена дифференцировка, т. е. тормозная реакция.

Этим было впервые доказано, что, во-первых, кора головного мозга дифференцирует (производит высший анализ) мышечно-суставные сигналы и, во-вторых, что анализируемые корой мышечно-суставные сигналы могут входить в любую временную связь с любой внешней реакцией (не только двигательной, но и секреторной). Иначе говоря, кора головного мозга анализирует и синтезирует бесконечные сигналы от

работающих мышц и сухожилий, т. е. от скелетно-двигательной энергии организма.

Что же касается двигательного аппарата как такового, то он является лишь *исполнительным* прибором, выполняющим «приказы» коры головного мозга, причем различные импульсы из коры могут выполняться одним и тем же прибором (например, в акте дыхания, потребления пищи или еды, кашля и т. д. участвует часть тех же мышц, сухожилий и костей, которые входят в состав речедвигательного аппарата человека, т. е. в актах речевых движений). И, наоборот, одни и те же импульсы из коры могут выполняться разными двигательными приборами (например, человек может писать не только правой, но и левой рукой, в случае поражения рук — ногой или ртом и т. д.), одни и те же движения могут выполняться разными группами мышц и т. д.

Мозговой конец двигательного анализатора, как и любой анализатор, состоит из ядра и рассеянных элементов, выходящих далеко за пределы двигательной области. Этим объясняется чрезвычайная пластичность, замещаемость пораженных функций другими, вырабатываемыми на основе условных рефлексов. Возможность восстановления пораженных сложных действий человека при поражении двигательной области больших полушарий была доказана в годы Великой Отечественной войны в наших советских эвакогоспиталях. Особенно большая работа в этом отношении была проделана физиологом Асратяном и психологом Лурия. Опыт такого восстановления доказывает, что двигательные параличи действительно являются параличами анализатора движений. Восстановление *анализа* движения приводило к тому или иному восстановлению самих утраченных движений. Этот опыт доказывает, с другой стороны, что при поражении ядра двигательного анализатора в передней центральной извилине коры головного мозга функции анализа берут на себя рассеянные элементы этого анализатора.

Анатомия мозга и клиника мозговых заболеваний рассматривают в качестве центра произвольных или сознательных движений область передней центральной извилины, а также примыкающие к ней зоны. В одном из полей этой области находятся гигантские пирамидальные клетки Беца (по имени открывшего их русского анатома Беца), от которых начинается так называемый пирамидный путь. Дело в том, что от клеток Беца отходят аксоны (осевоцилиндрические отростки, дающие начало нервному волокну), которые через передний мозг и мозговой ствол достигают спинного мозга. На пути через продолговатый мозг они образуют перекрест, т. е. от правого полушария направляются в левую половину

тела, от левого полушария — в правую. Перекрест пирамидных пучков является границей между продолговатым и спинным мозгом. Но этот перекрест не полный, поэтому в спинном мозгу имеются два пирамидных пучка — прямой и перекрестный. Волокна пирамидного пути, проходя вдоль спинного мозга, оканчиваются в передних рогах спинного мозга, передавая импульсы расположенным здесь клеткам, а через их аксоны — мышцам.

Этот пирамидный путь от передней центральной извилины коры головного мозга до спинного мозга, а через него до мышц является путем двигательным, или центробежным. Однако то обстоятельство, что в нерве, соединяющем спинной мозг и мышцы, имеется от 113 до 112 чувствительных волокон, а также то, что в целом двигательная область понимается Павловым как область двигательного анализатора, позволяет думать, что этот путь является путем проведения чувствительных импульсов в кору головного мозга. С этим, очевидно, связана чрезвычайная расчлененность корковой регуляции движений отдельных частей тела человека. Подобная расчлененность была бы невозможна без дробного анализа движений со стороны коры головного мозга человека. Это необходимо подчеркнуть потому, что каждое *элементарное* произвольное движение человека является индивидуально приобретенным, условнорефлекторным по своему происхождению. Поэтому двигательный центр в коре головного мозга *формируется* в течение жизни, а разделение функций в этой области целиком является продуктом анализа и синтеза в работе коры головного мозга. Это необходимо подчеркнуть для того, чтобы понять расчлененный дифференцированный характер двигательной области человека.

Характерно, что общее расположение специальных центров различных движений такое же точно, что и в области задней центральной извилины (ядро кожно-механического анализатора и собственно «мышечного чувства»). Выше всего расположен центр большого пальца ноги, затем центр стопы, голени, бедра, живота, груди, лопатки, плеча, предплечья, кисти руки, мизинца, безымянного, среднего, указательного, большого пальца руки, затем шеи, лба, верхней части лица, нижней части лица, языка, жевательных мышц, глотки, гортани.

Наиболее дифференцированной является корковая регуляция движений *пальцев* рук. Двигательная область (моторная) тесно связана с самыми передними частями лобных долей (премоторной области), с которыми связана регуляция речедвигательных функций в целом, а также сложных действий мыслительных процессов.

Локализация этих двигательных расчлененных функций является относительной, замещение функций в этой области весьма многообразно, что свидетельствует о роли рассеянных элементов каждой из этих частей двигательного анализатора человека. Как и любой анализатор, двигательный анализатор *двуединый.* Двуединство двигательного анализатора человека является особенно сложным, так как функциональное неравенство двигательных аппаратов обеих сторон тела человека исключительно велико.

Известно, что правшество и левшество является капитальным фактом двигательного развития человека. Это функциональное разделение правой и левой стороны имеется только у человека, оно связано с прямохождением — вертикальным положением тела, с разделением функций между обеими руками (из которых одна — правая — выполняет основную рабочую операцию, другая — левая — вспомогательные). Это функциональное неравенство некоторые ученые трактовали неверно, полагая, что каждая из рук регулируется только одним полушарием (правая рука — левым, левая рука — правым), учитывая перекрестный характер путей пирамидного тракта. Подобное утверждение представляется неправильным, так как перекрест этот частичный, неполный, а работа каждой руки является продуктом совместной деятельности обоих полушарий. Запись биоэлектрических токов в двигательной области правого и левого полушарий при произвольных движениях правой и левой рук (Идельсоном из нашей лаборатории) показала, что при простых движениях правой руки появляются активные токи действия в левом полушарии, но с усложнением произвольных движений появляются токи действия и в одноименном (правом) полушарии.

Об этом же факте свидетельствуют многие случаи восстановления движений правой руки при поражении двигательной области ее центров в левом полушарии: замещение функций возможно потому, что *рассеянные элементы* двигательного анализатора левой руки находятся и в левом полушарии, а правой руки — в правом полушарии.

Это же следует сказать и про двигательный центр речи (центр Брока) в задней трети лобной извилины левого полушария. Этот «центр» является ядром двигательного анализатора речевых движений, рассеянные элементы которого находятся и в правом полушарии у правшей (у левшей этот центр находится в правом полушарии).

Как и в остальных анализаторах, каждое полушарие работает относительно самостоятельно, являясь специальным «центром» противоположной стороны двигательного аппарата тела. Но не менее, а более важно то, что они работают сов-

местно, координированно, причем парность работы зависит от необходимости такой работы, диктуемой характером деятельности человека. Что эта совместная деятельность рук (а следовательно, обоих полушарий) является общим условием работоспособности каждой *отдельной* руки, показал еще Сеченов. Им было установлено в 1902 г., что восстановление работоспособности правой руки (после затраты большой мышечной энергии) происходило не тогда, когда все тело человека отдыхало, а когда во время перерыва работала левая рука. Сеченов подчеркивал, что это положение относится к *правше*, для которого работа левой рукой оказалась условием восстановления работоспособности правой руки, поскольку имело место «заряжение энергией нервных центров». Ясно, что мышечно-суставные импульсы левой руки, возникшие при ее работе, *передавались* в центры правой руки, т. е. имела место иррадиация возбуждения в обоих полушариях головного мозга.

Исследования Бычкова, Идельсона, Семагина в нашей лаборатории показали, что при мышечной работе одной из рук имеют место токи действия в обоих полушариях. Из опытов Семагина следует, что токи действия возникают и в дельтовидной мышце левой руки, когда работает правая рука. Все это говорит о распространении возбуждения в обеих двигательных областях головного мозга.

Но при этом важно отметить, что сопряженные токи действия не работающей в данный момент руки или ее коркового центра являются *заторможенными* (сравнительно с токами действия работающей руки).

Как и во всех остальных анализаторах, при взаимодействии обоих полушарий происходит взаимная индукция нервных процессов. «Ведущая рука» является результатом отрицательной индукции, при которой возбуждение ядра двигательного анализатора левого полушария вызывает торможение ядра правой части двигательного анализатора, регулирующего работу левой руки. Но как и во всех анализаторах, ведущая сторона не является абсолютной и неизменной, приуроченной только к одному из полушарий. Правша в действительности является и левшой в ряде операций (например, поднимании и удержании тяжести, держании предметов и т. д.), когда отрицательная индукция распространяется от правого полушария к левому.

Надо, далее, отметить, что именно торможение одного из полушарий является условием создания очага возбуждения в другом (т. е. положительной индукции). Поэтому работа одной стороны двигательного анализатора невозможна без взаимодействия с противоположной стороной этого анализатора. При гемиплегиях (односторонних двигательных пораже-

ниях по всей данной стороне тела) имеется не только выпадение двигательных функций пораженной стороны, но и резкое ограничение объема, скорости и сложности движений сохранной стороны тела.

В случаях гемиплегии имеет место расстройство различения *направления движений,* точной координации руки и предмета, т. е. *пространственных* соотношений. Такие больные заново ориентируются в пространстве, причем проходят длительный путь восстановления сложных пространственных функций руки. Можно полагать, что двуединство двигательного анализатора, выражающееся в парной работе обоих полушарий, взаимной индукции возникающих в них процессов, имеет особое значение в анализе пространственных компонентов самих движений человека и его ориентации в пространстве внешнего мира.

Основные свойства и основные формы мышечно-суставных ощущений человека

Мышечно-суставные ощущения человека бесконечно многообразны. Это многообразие *отражает* изменение всех моментов деятельности человека во всех разнообразных формах этой деятельности. Тем не менее можно выделить общие и основные свойства этих ощущений, несмотря на то, что далеко не каждое из этих свойств осознается человеком раздельно в каждый момент его деятельности. В отличие от ясно сознаваемой раздельности ощущений от раздражений внешних органов чувств, эти мышечно-суставные ощущения часто осознаются человеком слитно, в виде так называемого темного чувства (Сеченов). Однако при упражнении, при специальных видах деятельности (физический труд, спорт, физкультура) происходит расчлененное осознание этих ощущений. Общими и основными свойствами этих ощущений являются, как показал Кекчеев, следующие.

1. *Отражение положения частей тела* (т. е. положения одной части тела относительно другой). Эти общие ощущения положения частей тела имеют важнейшее значение для образования схемы тела, без которой человек не может правильно и произвольно пользоваться различными его частями в тех или иных действиях.

2. *Отражение — анализ пассивных движений,* особенно при статическом напряжении мышц. Эти ощущения характеризуются определенными пространственными и временными моментами. К пространственным относятся: а) распознавание расстояний или протяженности пассивного движения, б) рас-

познавание направления пассивного движения (верх, низ, правая и левая сторона движения). К временным моментам относятся: а) анализ длительности движения и б) анализ скорости движения. Общим свойством всех пассивных движений является также анализ общей траты нервно-мышечной энергии, т. е. состояния *утомления.*

3. *Анализ и синтез активных движений* (при динамической работе человека). Эти ощущения являются более сложными, характеризующимися сочетанием ряда раздельных отражений пространственно-временных особенностей действий человека. Пространственными моментами этих ощущений являются: а) анализ расстояний, б) анализ направлений. Временными компонентами являются: а) анализ длительности и б) анализ скоростей движения.

При активном движении руки, оперирующей предметом и орудием труда, возникают необходимо важнейшие свойства мышечно-суставных ощущений, к которым относятся: а) отражение твердости и непроницаемости внешнего предмета, с которым совершается то или иное движение руки человека, б) отражение упругости этого предмета, в) отражение веса предмета, т. е. ощущения тяжести. Через оценку мускульного усилия ощущения сигнализируют о механических свойствах внешних тел, которыми активно оперирует человек в своей деятельности. Эти ощущения возникают в процессе отражения сопротивления внешних тел воздействию на них человека. Таким образом, мышечно-суставные ощущения отражают не только состояние внутренних элементов деятельности человека, но и объективные свойства предметов и орудий этой деятельности, т. е. являются формой отражения объективной действительности.

Благодаря пространственно-временным компонентам мышечно-суставных ощущений, эти ощущения являются, по выражению Сеченова, *дробным анализатором времени и пространства внешнего мира.*

Связь мышечно-суставных ощущений со всеми другими внешними ощущениями обеспечивает чувственную основу отражения человеком пространства и времени, внешней, материальной действительности.

Эти общие свойства всех мышечно-суставных ощущений выступают в своеобразном виде и сочетаниях в следующих основных формах мышечно-суставной чувствительности человека:

1. Общая мышечно-суставная чувствительность человека (ощущения положения частей тела одна относительно другой).

2. Мышечно-суставная чувствительность опорно-двигательного аппарата человека.

3. Мышечно-суставная чувствительность рабочего аппарата человека (обеих рук).

4. Мышечно-суставная чувствительность речедвигательного аппарата человека.

Все эти формы чувствительности взаимосвязаны друг с другом, но вместе с тем раздельны и самостоятельны. Некоторые из них взаимодействуют по принципам взаимной индукции, возбуждая и тормозя друг друга, как это будет показано ниже.

Различительная мышечно-суставная чувствительность человека

Минимальное изменение мышечного тонуса в процессе того или иного движения определяет абсолютный порог мышечно-суставных ощущений. В настоящее время наука еще не выработала точных методов определения этого вида абсолютной чувствительности, не установила величин, характеризующих абсолютные пороги ощущений в различных двигательных аппаратах. Причиной этого является не только чрезвычайная трудность дозирования тонических изменений, но особенно не преодоленное еще в науке обособление между изучением механизма самих движений и их ощущений. Косвенные данные о сдвигах в абсолютной мышечно-суставной чувствительности можно получить из хорошо изученных данных о разностных порогах мышечно-суставных ощущений.

Наиболее изучена различительная чувствительность в отношении ощущения тяжести, т. е. различения веса предметов (одного из видов ощущений активных движений). Обычно используется для этой цели сравнение человеком различий между грузами, вес которых постепенно нарастал при постоянном приросте к исходному весу поднимаемого человеком груза. Установлено, что минимальное ощущение различия между грузами равно $^1/_{40}$ исходной тяжести. Эта величина является постоянной лишь в известных пределах, так как для больших грузов величина прироста увеличивается (до $^1/_{20}$), а чувствительность понижается в связи с физическим утомлением.

Разностный порог ощущений тяжести измеряется в граммах веса прибавляемых грузов. Разностный порог ощущения размера предметов и диаметров длины, а в связи с этим направления и протяженности ощущаемых движений измеряется в миллиметрах (прироста размеров предметов относительно к исходному размеру). Кекчеевым установлено, что величина разностного порога для различения толщины ощу-

пываемых предметов равна $^1/_{25}$, для различения диаметра ощупываемых предметов — $^1/_{55}$, а для ощупывания длины предметов — $^1/_{45}$. Поскольку различение этих свойств предметов связано с определением пространственных признаков и выражается в той или иной протяженности движения, разностный порог может быть выражен в градусах.

Выраженный подобным образом разностный порог ощущений размеров предмета равен 0,27—0,48° для наиболее чувствительной в мышечно-суставном отношении части руки (сочленение между пястными костями и фалангами пальцев).

Различительная мышечно-суставная чувствительность изменяется в процессе индивидуального развития. У маленьких детей она еще очень грубая и ограничена кругом привычных бытовых и игровых движений. Резкое повышение различительной чувствительности имеет место в школьном возрасте, особенно под влиянием навыков рисования и письма, а особенно физического воспитания. С 8 до 18 лет разностная чувствительность повышается в $1^1/_2$—2 раза. Сенсибилизирующее действие оказывают на мышечно-суставные ощущения квалифицированный физический труд и спортивная деятельность. Границы разностной чувствительности постоянно расширяются в процессе накопления опыта профессионально-трудовых и спортивных движений. Особенно большую роль в их развитии играет рационализация движений передовиками труда в условиях социалистической организации трудовых процессов.

Связь между пространственными и временными моментами мышечно-суставных ощущений

Ускорение или замедление движения, т. е. их длительность и скорость, отражаются на точности распознавания пространственных признаков движения (его протяженности и направления). Медленно совершаемые движения дают наибольшее число ошибок в распознавании не только длительности движений (переоценка длительности), но и пространства. Замедленные движения труднее для анализа их протяженности и направления. Однако при всяких скоростях пространственных ошибок меньше, чем временных.

Если отвлечься от скорости движений и установить роль размера движений руки (его размаха) в точности распознавания пространственных и временных моментов движений, то окажется, по Кекчееву, что с увеличением размаха движений точность распознавания протяженности и направления движений возрастает, т. е. чувствительность в этом отношении повы-

шается. Напротив, при увеличении размаха движений точность распознавания временных моментов движения (его длительности и скорости) понижается. Следовательно, в мышечно-суставных ощущениях мы имеем дробный и специальный анализ пространственно-временных признаков совершаемых опредмеченных движений, т. е. оперирующих с теми или иными вещами внешнего мира.

Пространственный характер движений особенно скрывается при воспроизведении человеком активных движений. У зрячего человека эти движения совершаются под контролем зрения, в условиях прочной связи, зрительно-моторной координации. Рука зрячего человека при действиях с закрытыми глазами больше связана в отношении радиуса действий, нежели у слепорожденного. На расстоянии от 15 до 35 *см* от средней точки тела рука зрячего человека дает наиболее точные сигналы о месте, направлении и размахе движений. За пределами этой зоны начинаются возрастающие трудности, большие для расстояний свыше 40—50 *см* от тела. Особенно затруднительными для анализа являются движения вперед и налево (для правой руки). Эти данные Кекчеева подтвердила в нашей лаборатории Позднова, показавшая, что существуют различия между правой и левой руками у одного и того же человека в этом отношении.

Этот факт указывает на то, что имеется зависимость анализа движений от общих мышечно-суставных ощущений положения частей тела. Еще более велика связь между мышечно-суставными ощущениями и зрением. В начале обучения новым движениям у человека они совершаются под контролем зрения, но с образованием двигательных навыков контроль над движением переносится на мышечно-суставные ощущения, от точности которых зависит и точность привычных движений. Поэтому воспитание мышечно-суставных ощущений является общим и важнейшим условием повышения скорости и точности любых движений человека, т. е. условием повышения производительности движений человека.

Мышечно-суставная чувствительность опорно-двигательного аппарата человека

Из наблюдений за развитием ребенка в период 8 месяцев—1 года 2 месяцев жизни известно, какой сложный и трудный процесс представляет собой становление или формирование ходьбы. Этому предшествуют у ребенка переходы от лежачего положения к сидячему (с формированием постоянного тонуса мышц головы, шеи, спины, рук), к стоянию при

поддержке взрослого или опоры, ползанию, затем некоординированной ходьбе (одновременно двумя ногами с наклоном вперед, что влечет падение тела) и т. д. Несколько месяцев взрослые специально тренируют ребенка на акте самостоятельной ходьбы, образуя необходимые для этого акта корковые механизмы. Но и после того как ребенок стал самостоятельно ходить, движения его долго еще бывают неустойчивыми, слабыми, некоординированными; в силу этого ребенок чрезвычайно утомляется в результате большой затраты мышечной энергии. Овладение актом ходьбы — сложнейший и длительный процесс образования цельной системы деятельности опорно-двигательного аппарата человека. С образованием этой системы изменяется все поведение ребенка: резко усиливается раньше лишь намеченное функциональное неравенство правой и левой рук, ускоренно развивается предметная деятельность рук. Складывается типичная для человека зрительно-моторная координация, а само зрение бесконечно расширяется по полю обозрения (полям зрения) и пространственным направлениям. Благодаря практическому перемещению в пространстве ребенок соприкасается с бесконечно большим кругом вещей и их свойств, нежели это было в неподвижном, лежачем положении младенца и т. д. Осязание и зрение получают резкий толчок в развитии вместе с самостоятельной ходьбой ребенка. Начинает развиваться слуховая ориентация в пространстве и т. д.

Под влиянием ходьбы ускоряется и процесс созревания речедвигательного аппарата, предпосылки которого заключены в постепенном развитии голоса и артикуляции ребенка (модуляции голоса, в плаче и криках, гулении и лепете). Очевидно, резкое увеличение импульсов от движения всего тела при ходьбе является условием, способствующим образованию самой тонкой и дифференцированной системы речевых движений.

Можно считать, что ходьба осуществляется благодаря единству двигательного анализатора всего тела и механизмов временных связей.

Первоначально тренируется каждый элемент ходьбы, причем эта тренировка осуществляется благодаря расчленению отдельного движения на все составные его части. В процессе образования и упрочения двигательного навыка синтезируется, обобщается комплекс раздельных движений. Так возникает, например, «одиночный шаг», которым называется расстояние между какой-либо фазой движения правой ноги, или, наоборот, одиночный шаг есть результат сложившейся координации движений обеих ног, т. е. синтеза этих движений. Но созданию такого синтеза предшествовал высший корковый

анализ раздельных движений голеностопного и тазобедренного суставов и всех других частей тела, участвующих в ходьбе.

«Одиночный шаг» является чувственным измерителем пространства, по которому перемещается человек с той или иной скоростью. Момент ускорения шага изменяет соотношение фаз движения обеих ног, разность между ними, вызывает посредством мышечно-суставных ощущений срочную реакцию, со стороны коры головного мозга обеспечивающую равновесие тела и сохранение центра тяжести как необходимого условия нормального положения тела во время движения в пространстве. Неправильно думать, будто бы лишь ноги осуществляют акт ходьбы. В этом акте принимает участие все тело, причем координация движений отдельных частей тела является с начала до конца условнорефлекторной.

Во время ходьбы имеют место взаимосвязанные вертикальные перемещения головы, центра тяжести тела, плечевого и тазобедренного суставов. С этими изменениями связаны моменты инерции, вращающего момента переносной ноги относительно тазобедренного и коленного суставов опорной ноги. Движения голеностопного сустава переносной (в данный момент) и опорной (также в данный момент) ноги являются как бы результирующей величиной относительно всей совокупности движений тела.

Этот обобщенный характер движений в ходьбе и определяет то положение, что в ходьбе не обнаруживается столь резкого постоянного функционального неравенства между обеими конечностями, которое имеется между руками. Однако в процессе ходьбы имеет место *переменное* функциональное неравенство в «двойном шаге», которым называется сочетание периодов опоры и переноса ноги. Продолжительность опоры ноги и переноса ноги (на 1 *м* пути) равна 0,37 *сек* для опоры и 0,20—0,22 *сек* для переноса ноги при нормальной ходьбе. Чередование для каждой ноги периодов опоры и переноса устраняет постоянство функционального неравенства, но создает в каждый отдельный момент *разность сигналов* от движущихся ног, из которых в отдельный момент времени одна находится в статическом (опора), другая — в динамическом напряжении.

При ходьбе имеются сопряженные движения рук. Рука какой-нибудь стороны перемещается в противоположную сторону движения ноги той же стороны (например, правая рука перемещается назад, когда правая нога перемещается вперед). Локтевой угол больше развивается и меньше сгибается при обычной ходьбе благодаря смене последовательных положений плеча и предплечья. При спортивной ходьбе локтевой

угол ближе к прямому. При нормальной ходьбе угол коленного сустава не превышает 80°. Вертикальные перемещения плечевого и тазобедренного суставов происходят одновременно и в одном направлении.

Результатом всех этих изменений является образование углов движущегося голеностопного сустава.

Голеностопный угол имеет наибольшую величину перед началом переноса ноги, а наименьшую величину — в конце одиночной опоры. Для обычной ходьбы максимальное значение голеностопного сустава 128—132°, а минимальное — 90—103°. Каждый акт ходьбы, таким образом, осуществляется системой координированных во времени и пространстве движений всех частей тела, определяющих соотношение динамического и статического напряжения в опорно-двигательном аппарате человека. Основой такой координации является срочная системная реакция коры на множество сигналов от всех частей двигательного аппарата. Дифференцировка этих сигналов составляет основу различительной чувствительности опорно-двигательного аппарата.

Об исключительной сенсибилизации этой формы чувствительности свидетельствуют факты высокого развития техники спортивной и военной ходьбы, бега, футбольной игры, плавания, лыжных переходов. Исследование Пуни культуры мышечно-суставных ощущений у лыжников показало рост этой чувствительности у мастеров лыжного спорта в $1^1/_2$—2 раза по сравнению с обычными лыжниками. То же отмечалось и в отношении мастеров бега, прыжков и т. д.

Рабочая поза человеческого тела

Ходьба не единственный общий акт двигательного аппарата, в котором принимает участие весь двигательный анализатор человека. Другим таким общим и наиболее длительным по времени двигательным актом является рабочая поза человеческого тела.

Естественное состояние человеческого организма — состояние активной деятельности. Это естественное состояние находит наиболее полное выражение в человеческом труде, производительной деятельности. Трудящийся человек осуществляет нормально присущую человеческому организму деятельность.

Условием для каждого трудового акта (производственной операции, проектирования на чертежах или письма и т. д.), который совершается руками, является общая рабочая поза человеческого тела. Такой рабочей позой является *положение всего тела* (при работе у станка у рабочих, при

письме и чтении, черчении, работе с приборами и т. д.), необходимое для нормальной и активной работы рук и органов чувств (особенно глаз). Известно, что рабочая поза, как и рабочие движения рук, воспитывается, тренируется целой системой упражнений. Так, например, ребенка учат не только рациональным движениям пальцев при обучении письму, рисованию или игре на рояле, но и тому, как *держать* корпус тела, в каком положении должны быть плечевой и локтевой суставы, как должен ребенок держать ноги под партой и т. д. Для письма или слушания на уроке должна быть выработана рабочая поза, при которой *без утомления* могла бы быть обеспечена длительная работа мозга и рук. Установлено, что *поддержание* длительной рабочей позы есть большой нервно-мышечный труд, в котором ведущую роль играет работа двигательного анализатора человека. По сравнению с движущейся во время труда рукой общее положение тела кажется на первый взгляд неподвижным, покоящимся. Но это только видимость. В действительности же рабочая поза непрерывно *поддерживается*, причем обеспечивается нужное статическое напряжение мускулов головы, шеи, корпуса, ног. Ухтомский назвал рабочую позу *оперативным покоем или стационарно поддерживаемой работой* человеческого тела. При этой работе мышечно-суставные импульсы непрерывно поступают в мозг как от тех частей двигательного аппарата, которые обеспечивают рабочую позу, так и от тех, которые осуществляют самый процесс труда. Как указывал Ухтомский, «за такой работой или позой приходится предполагать возбуждение не единого пункта, но целой группы центров»,[4] названной им «созвездием или констелляцией нервных центров». Им показано, что в основе стационарно поддерживаемой работы лежит определенное взаимодействие нервных центров, а именно стойкое возбуждение одного из них при торможении других (случай отрицательной индукции нервных процессов). Но при этом имеет место не простое подавление импульсов из тормозящих двигательных аппаратов, а их использование господствующим в данный момент центром в виде усиления возбуждения в нем за счет накапливаемых возбуждений из заторможенных пунктов. При трудовом действии таким доминантным нервным центром является та часть двигательного анализатора, которая регулирует работу рук. Остальные части двигательного анализатора усиливают возбуждение этой «ручной» части двигательного анализатора, будучи сами заторможенными. При этом двигательная заторможенность остальных частей тела вовсе не означает прекращение чувственных

---

[4] А. А. Ухтомский. Собр. соч., т. I, стр. 200.

(мышечно-суставных ощущений) импульсов от двигательно-заторможенных участков тела. Напротив, поступающие из них импульсы возбуждают весь двигательный анализатор и особенно ту его часть, которая действует согласно объективным требованиям внешней среды.

Свой известный принцип доминанты Ухтомский формулировал в таком общем виде: «Достаточно *стойкое возбуждение, протекающее в центрах, в данный момент приобретает значение господствующего фактора в работе прочих центров: накапливание в себе возбуждения из отдаленных источников но тормозит способность других рецепторов реагировать на импульсы*, имеющие к ним прямое отношение».[5] Для понимания механизма рабочей позы особенно важно учесть характер вейшую особенность доминанты, а именно ее *инерцию*. Эт: инерция сказывается в том, что «однажды вызванная доминанта способна некоторое время стойко удерживаться в центрах и подкрепляться как в своих элементах возбуждения, так и в своих элементах торможения разнообразными и отдаленными раздражениями».[6] А это значит, что инерция рабочей позы *условнорефлекторно* осуществляется за счет действия сигналов привычной рабочей обстановки трудовых действий (цеха, кабинета, класса и т. д.). Иначе говоря, вместе с рабочими движениями рук рабочая поза образует цельный динамический стереотип временных связей процесса деятельности.

Мышечно-суставные ощущения человека в процессе работы носят двойной характер: ощущений активных движений рук и ощущений пассивных движений всего остального тела. При этом отражаются наклон головы и корпуса, протяженность движений отдельных суставов, их длительность, объем движений руки относительно центра тяжести тела и средней точки корпуса тела и т. д. Точная запись движений тела при сидении за работой показывает непрерывные колебания всего тела с незначительным перемещением центра тяжести тела.

Кора головного мозга, получая импульсы от всех частей двигательного анализатора, непрерывно перераспределяет мышечную энергию между частями двигательного аппарата, обеспечивая сохранение работоспособности человека, особенно активно работающих рук.

Мышечно-суставные ощущения рабочих движений

Наиболее многообразными, точными, четко осознаваемыми мышечно-суставными ощущениями являются ощущения ра-

[5] Там же, стр. 198.
[6] Там же, стр. 202.

бочих движений, осуществляемых совместной работой обеих рук. Не случайно, что общие представления о мышечном чувстве сложились именно при изучении ощущений, получаемых при трудовых движениях рук и процессе активного осязания — ощупывании. Фактически о них уже было сказано нами раньше, при общей характеристике мышечно-суставных ощущений. Здесь мы коснемся некоторых специальных и дополнительных материалов.

Исследования показали высокую упражняемость, следовательно, сенсибилизацию ощущения тяжести и усилия, т. е. преодоления сопротивления внешнего тела при работе с ним, а также отражение его упругих свойств. Особенно имеет место такая сенсибилизация при работах со взвешиванием, с определением тяжести, упругих свойств, размеров тел при работе.

Опытный продавец точно рассчитывает при взвешивании заготовку продуктов, ошибаясь крайне незначительно; рабочие заготовительных цехов достигают большой экономии материалов не только за счет глазомера, но и развитой различительной мышечно-суставной чувствительности. Особенно характерно при этом преодоление различий, которые возникают при ощущении тяжести путем одновременного взвешивания обеими руками. Без специальной тренировки при этом обычно возникает иллюзия или ошибка восприятия, заключающаяся (особенно при действиях с открытыми глазами) в том, что каждая из рук дает неодинаковые показания. При этом, как показал Хачапуридзе из лаборатории Узнадзе, левая рука у правшей нередко переоценивает действительную тяжесть ровной фигуры. При тренировке эта иллюзия снимается, обе руки дают тождественные или близкие показания. Различия мышечно-суставных ощущений обеих рук особенно проявляются при активном осязании или ощупывании двумя руками одновременно. Вначале от одного предмета возникают два раздельных образа правой и левой сторон соответственно работе рук. Подобное двоение образа не возникает при разновременных, поочередных действиях рук, а лишь при одновременных, что указывает на трудность выработки *общего ритма* движения и одновременного равного возбуждения обеих рук.

О ведущей роли мышечно-суставных ощущений в активном осязании свидетельствует тот факт, что и при выключении тактильной чувствительности вполне возможно точное распознавание формы и упругости ощупываемых предметов.

Запорожец показал, что при закрытых глазах и посредством «орудия» (палки, карандаша и т. д.), т. е. без участия кожной чувствительности, человек может точно распознать

величину, форму, упругие свойства внешних предметов. Из данных Ярмоленко и Панцырной следует, что в подобных условиях обведение указкой контура предмета правой рукой дает точное отражение контура. Требуется особое приспособление со стороны левой руки для того, чтобы у правшей оно дало аналогичные результаты.

Правая, ведущая рука у правшей характеризуется более высокой различительной чувствительностью в распознавании предметных и пространственно-временных свойств ощупываемых предметов. Но при этом статическое напряжение левой руки или ее частичное динамическое напряжение усиливает различительную работу правой руки.

Сенсибилизация остроты мышечно-суставных ощущений правой руки была установлена при изучении Пуни различных видов спортивной техники. Особенно это относится к фехтовальному спорту. Опыты Пуни дают точное представление о росте остроты этих ощущений и прицельной способности правой руки. Им показано, что острота мышечно-суставных ощущений повышается неравномерно. После $3^1/_2$ месяцев занятий по фехтованию эта острота повысилась при движениях в лучезапястном сочленении на 25%, а при движении в локтевом суставе — на 40%.

Если в начале обучения фехтовальной технике отклонения от цели (фехтовального удара) в миллиметрах равнялось 35, то после $3^1/_2$ месяцев упражнений всего 8,6 *мм*. Количество точных попаданий в цель возросло на 81,3%. При этом, как показал Пуни, на сенсибилизацию остроты мышечно-суставного чувства влияют такие факторы, как плотность фехтовального боя, взаимодействие с сильным или слабым противником и т. д.

Аналогичными данными располагает наука относительно сенсибилизации при других видах спорта и стрелкового дела.

Ведущая роль коры головного мозга в сенсибилизации активных движений особенно наглядно выступает при восстановлении нарушенных двигательных систем. Так, Леонтьев и Запорожец показали, что перестройка коры головного мозга после ампутации одной или обеих рук приводит постепенно к сенсибилизации оставшихся культей рук или искусственно создаваемой из культи двухпальцевой руки (так называемой руки Крукенберга). Производственное обучение (трудовая терапия) и лечебная гимнастика, правильно физиологически и психологически обоснованные, обеспечивают высокий коэффициент восстановления движений. При этом большую роль играет образование разности мышечно-суставных ощущений обеих рук. Шенк обобщил ценный опыт подобного функционального воспитания бездвуруких инвалидов, показав возмож-

ности разносторонних замещений двигательных функций рук и т. д.

Установлено, что между мышечно-суставными ощущениями от процесса ходьбы или рабочей позы, с одной стороны, и ощущениями рабочих движений, с другой стороны, существуют отношения взаимной индукции, особенно индукции отрицательной. Наиболее благоприятствует точным движениям рук оперативный покой и прекращение ходьбы, при котором усиливается различительная работа обеих рук.

В свою очередь, подобные индуктивные отношения образуются между рабочими движениями и речевыми движениями (членораздельной речью) человека.

Рассмотренные нами формы мышечно-суставной чувствительности в состоянии ходьбы, рабочей позы и рабочих движений осуществляются первой сигнальной системой, хотя вторая сигнальная система играет очень важную роль в сенсибилизации и развитии всего двигательного аппарата человека.

Еще Лесгафт в своем учении о физическом воспитании подчеркивал значение слова и словесного объяснения характера движений в физическом образовании. Опыт физического воспитания полностью подтвердил это положение Лесгафта, а вместе с тем и положение Павлова о влиянии второй сигнальной системы на работу всех анализаторов человека, в том числе и двигательного, ускоряя и рационализируя развитие мышечно-суставной чувствительности.

Ощущения речевых движений

Ощущения речевых движений являются условием образования двигательной дифференцировки в произношении согласных и гласных звуков. Эта дифференцировка образуется постепенно, причем в условиях замыкающихся связей между слуховым анализом слышимой чужой речи и движениями всех отдельных частей речедвигательного аппарата (от дыхательного аппарата до зубов и губ). Особенно большую роль играет дифференцировка положения языка по отношению к нёбу и зубам. Вначале у ребенка наблюдается физиологическое косноязычие, при котором ребенок еще неправильно осуществляет эти движения (не отчленяются друг от друга, смешиваются сходные положения языка и т. д.), которое снимается в процессе воспитания речи у ребенка. Исключительную роль в этом процессе играет дифференцировка мышечных ощущений при движениях, необходимых для произношения сходных гласных и сходных согласных звуков. После образования такой дифференцировки становится возможным синтез речевых движений, а с ним и связная, непрерывная словесная речь, а затем связ-

ное построение слов в предложении на основе овладения грамматическими правилами.

Эту исключительную роль мышечных ощущений легко и наглядно обнаружить при устранении дефектов устной речи путем специальных логопедических упражнений, при которых движения языка тихи, гладки и обеспечиваются воспитанием тонкого различения мышечных ощущений при постановке педагогом различных звуков артикуляционного аппарата. Речевые движения вместе с речевым слухом определяют первоначально и движения пишущей руки.

Как показали Блинков, Лурия и другие, артикуляционные движения сопутствуют и усиливают дифференцированные движения пишущей руки. К речевым движениям нужно отнести и самые сложные мышечные ощущения в акте письма. Речевые движения в акте чтения включают и мышечные ощущения от перемещения взгляда, т. е. зрительных осей глаз. Таким образом, речевые движения также захватывают большую область взаимосвязанных движений речедвигательного аппарата, рук и глаз при особо повышающемся значении общей рабочей позы тела человека. Весь этот комплекс движений и ощущений движений образуется на уровне второй сигнальной системы и обусловливается общественной природой звукового строя данного языка.

Речевые кинестезии являются «базальным компонентом» (Павлов) второй сигнальной системы. Однако систематическое изучение этого компонента еще лишь начинается. За последние годы добыты ценные данные о механизмах речи, особенно в серии работ Жинкина.[7]

---

[7] Н. И. Жинкин. Механизмы речи. М., Изд. АПН РСФСР, 1958.

ГЛАВА XI

ОЩУЩЕНИЕ РАВНОВЕСИЯ И УСКОРЕНИЯ (СТАТИКО-ДИНАМИЧЕСКИЕ ОЩУЩЕНИЯ)

Положение тела человека в пространстве как источник ощущений

Историческое, общественно-трудовое преобразование природы человека поставило человеческий организм в новые отношения к окружающему пространству внешнего мира. Прямохождение и вертикальное положение тела по отношению к горизонтальной плоскости Земли, трудовые действия рук, членораздельная речь и новые функции всех анализаторов — все это продукты общественно-трудового изменения человеческого организма, развившиеся в процессе общественно-трудового воздействия человека на внешний мир. В каждом акте такого воздействия человеческое тело само испытывает множество раздражений со стороны окружающего мира и изменяющейся внутренней среды организма. В любом своем действии человек *перемещается* в пространстве, причем сохраняет равновесие своего тела, а тем самым и свое постоянное вертикальное положение по отношению к горизонтальной плоскости Земли. Это перемещение происходит в разных формах — поступательное, вращательное, колебательное и т. д. В мозг человека непрерывно поступают сигналы о различных изменениях положения тела, мозг обеспечивает восстановление тела при любой форме перемещения. Каждое из целостных перемещений человеческого тела происходит с различной *скоростью,* причем *ускорение* движения происходит с переменными величинами времени.

Благодаря производству средств производства общество получает все новые и новые средства передвижения и *ускоре-*

ния перемещения человека в пространстве. Еще в глубокой древности люди использовали конную тягу в качестве средства передвижения и ускорения движения. От конной тяги до совершеннейшей техники рельсового и безрельсового, водного и воздушного транспорта техника передвижения и ускорения прошла сложный исторический путь. Современная транспортная техника изменяет характер сигнализации о равновесии тела в процессе движения. Человек в условиях современной транспортной техники перемещается со все большими ускорениями, причем эти ускорения человек испытывает при относительно неподвижном положении тела. Так, летчик или пассажир самолета, шофер или пассажир автомобиля и т. д. испытывают не только изменение равновесия тела в узком смысле слова (например, при вертикальном перемещении кузова машины при подъеме на высоту или при приземлении самолета), но и ускорение движения машины в одной и той же плоскости горизонтального перемещения. Если в первом случае имеется также изменение общего тонуса мышц и интенсивная мышечно-суставная сигнализация, то во втором случае возникают несводимые к мышечно-суставным ощущениям особые ощущения ускорения. Этими ощущениями и являются ощущения статические или ощущения общего положения тела в процессе движения.

Можно сказать, что прогресс транспортной техники вызвал к жизни особое развитие этих ощущений, тесно связанных с мышечно-суставным чувством и зрительной ориентировкой в пространстве. Как увидим дальше, человек осознает равновесие тела постольку, поскольку оно нарушается, изменяется при изменении положения тела. Человек ощущает ускорение постольку, поскольку оно не непрерывно постоянно, а *переменно*, т. е. ощущает *перемену скоростей* (с большей на малую и наоборот), причем важнейшую роль в этих ощущениях играют *контрастные соотношения* положений и ускорений. Так, человек испытывает статические ощущения при резкой смене горизонтального положения на вертикальное (например, быстро вскакивая с постели) или при резкой перемене ускорения.

Постоянное положение тела и постоянная скорость человеком обычно не ощущается, поскольку мозговая регуляция этих состояний осуществляется автоматически безусловно-рефлекторно низшими отделами центральной нервной системы. До коры головного мозга сигналы о положении тела и ускорениях доходят в обобщенном виде и в тех случаях, когда требуется срочная реакция организма человека на изменение положения тела в соответствии с требованием его деятельности.

Рецепторы статико-динамических ощущений (вестибулярный аппарат)

Во внутреннем ухе не только расположен рецептор слуха, но и находятся рецепторы ускорения движения тела и его положения в пространстве. Внутреннее ухо состоит из трех главных отделов: преддверия, полукружных каналов и улитки. Последняя, т. е. улитка, является, как уже известно, слуховым рецептором. Преддверие и полукружные каналы образуют вестибулярный аппарат, являющийся рецептором статических ощущений. Он является окончанием вестибулярного нерва, одной из основных частей VIII ушно-мозгового нерва.

Сам вестибулярный аппарат состоит из двух групп рецепторов. Первой является множество волосковых клеток, выстилающих поверхность полукружных каналов во внутреннем ухе. В этих каналах находится жидкость эндолимфа, которая перемещается при изменении положения человека в пространстве (при смене вертикального положения на горизонтальное, при наклоне тела и т. д.). Эти перемещения эндолимфы раздражают волосковые клетки полукружных каналов, причем считается, что это раздражение не только носит механический характер, но и характеризуется определенным электрическим явлением (током действия). Второй группой рецепторов являются отолиты, или слуховые камешки, расположенные в преддверии внутреннего уха.

Деятельность обеих групп вестибулярных рецепторов взаимосвязана. Предполагается, однако, что рецепторная функция полукружных каналов специально заключается в сигнализации ускорений движений тела. Для исследования возбудимости полукружных каналов в клинике применяют методы механического и калорического (теплового) раздражения. Метод механического раздражения заключается во вращательной пробе. Эта проба производится на специальном вращающемся кресле. Человека медленно вращают (один полный оборот в 2 *сек*) на этом кресле, а после 10 *об* вращение внезапно прерывают. При этом возникают два рода явлений с противоположными пространственными знаками: 1) нистагм, или непроизвольные судорожные дрожательные движения глазных яблок, причем он имеет место в сторону, *противоположную* бывшему движению, и 2) рефлекторное наклонение головы и туловища в ту же сторону, что и бывшее движение.

Вращение возбуждает оба вестибулярных аппарата (правого и левого ушей), но больше возбуждается тот аппарат, который являлся *противоположным стороне движения*. Поэтому левосторонний нистагм возникает при вращении *вправо*

и обусловливается левым вестибулярным аппаратом. Правосторонний нистагм возникает при вращении *влево* и обусловливается правым вестибулярным аппаратом. По размерам интенсивности и продолжительности нистагма при вращении в ту и другую сторону судят о том, какая сторона поражена.

При калорической пробе можно исследовать раздельно полукружные каналы каждого из ушей. С этой целью в наружный слуховой проход медленно, без давления вливают воду (температура 15—20 или 40—45° тепла). Охлаждение полукружных каналов вызывает движение в них эндолимфы, раздражающей волосковые клетки. В результате возникает нистагм в противоположную сторону и отклонение головы и вытянутых рук, а также падение в сторону раздражаемого охлаждением уха. При поражении одного вестибулярного аппарата с раздражаемой стороны не получается ни нистагма, ни других реакций. При повышении его возбудимости нистагм и другие реакции усилены и более продолжительны.

Рецепторная функция полукружных каналов проявляется в сигнализации общего движения тела и его ускорения. Объемными признаками этой функции являются нистагм и рефлекторные движения головы, шеи, туловища и рук.

Рефлекторная функция отолитов, по-видимому, заключается в первичном анализе изменения положения тела по отношению к плоскости опоры. С целью исследования рецепторных функций отолитов применяется подвижной стол, наклон которого может меняться (по определенной измерительной шкале в градусах). Помещают на такой стол человека (в положении сидя, стоя, лежа), изучают его реакции на внезапное перемещение плоскости опоры, изменение положения его тела. Как можно заметить, функции вестибулярных рецепторов выступают особенно в таких условиях, когда само тело человека относительно неподвижно, но изменяется либо *направление* плоскости внешней опоры человеческого тела, либо *скорость* движения этой опоры. При этой кажущейся неподвижности человеческого тела в условиях движущейся опоры имеет место *движение* эндолимфы в полукружных каналах и движение отолитов. Установлено, что это движение совершается *апериодически*. С обоих вестибулярных аппаратов в мозг поступают несколько тождественные сигналы об изменении равновесия. Эта разность сигналов является важным условием образования статических ощущений. Хотя сами вестибулярные рецепторы находятся во внутренней среде организма, *сигнализация* этих рецепторов, возникающая при изменениях внутреннего уха под влиянием внешних раздражений, носит характер сигнализации о внешних изменениях человеческого тела в окружающем его пространстве.

Поэтому, как впервые установил Бехтерев, вестибулярная функция является составной частью ориентации человека в пространстве внешнего мира и играет важную роль в анализаторной работе коры головного мозга человека.

Вестибулярные нервы

В глубине внутреннего слухового прохода находится особый ганглий (скопление нервных клеток), состоящий из клеток периферического нерва отолитов и полукружных каналов. Отсюда, из внутреннего слухового прохода, волокна от этого ганглия и слухового нерва идут вместе, образуя VIII пару ушно-мозговых нервов. При входе в задний мозг они делятся на две ветви: вестибулярную и слуховую. Вестибулярная ветвь разветвляется по трем направлениям, оканчиваясь соответственно в каждом из них. Первое разветвление имеет окончание внутрь от так называемого веревчатого тела в слуховой области больших полушарий головного мозга, второе — в ядре Бехтерева, расположенном между дном IV мозгового желудочка и задней мозжечковой ножкой, третье — в ядре Дейдетса. Из ядра Дейдетса аксоны клеток направляются в спинной мозг, оканчиваясь у периферического двигательного нерва. От первых двух ветвей (в слуховом бугорке и ядре Бехтерева) волокна вестибулярного нерва идут через заднюю мозжечковую ножку в так называемый червь мозжечка и к ядрам глазодвигательного нерва, расположенным в среднем мозгу. Эти волокна идут в восходящем и нисходящем порядке, связывая воедино кору головного мозга и нижележащие отделы головного мозга. Эта связь обеспечивает увязку вестибулярных рефлексов с рефлекторными движениями глаз. Перекрест вестибулярных нервов совершается у зрительного бугра, причем перекрест этот неполный, т. е. имеет место двустороннее представительство в каждом из полушарий головного мозга. На границе между продолговатым мозгом и варолиевым мостом в заднем мозгу VIII черепномозговой нерв образует сеть нервных волокон (сетевидную формацию), среди которых распространены нервные двигательные клетки. Сетевидная формация связана в задней части с IX и X черепномозговыми нервами (языкоглоточными и блуждающими нервами), а в передней части — с VII парой (лицевыми) черепномозгового нерва и V парой (тройничным) черепномозговых нервов. Эти связи имеют большое функциональное значение для образования такой общей реакции организма, какой являются *рефлексы равновесия*.

Если человек поскользнется в гололедицу одной ногой, которая ставится на наклонную обледеневшую землю, то, по-

скольку на эту ногу переносится центр тяжести, человек теряет опору и равновесие резко нарушается. Человек начинает падать в сторону поскользнувшейся ноги. В этот же момент рефлекторно все тело отклоняется в противоположную сторону, центр тяжести его перемещается, и равновесие восстанавливается. При этом раньше всего приходит в движение рука, а затем туловище, сгибающееся в противоположную падению сторону. Рефлекс равновесия осуществляется двигательными аппаратами, но сигналами для них являются вестибулярные и мышечно-суставные ощущения, тесно связанные со зрительной ориентацией в пространстве. В двигательной части этих рефлексов бесконечно разнообразятся вовлекаемые в движение исполнительные двигательные аппараты. Более постоянными являются чувствительные элементы рефлексов, которые связаны с деятельностью вестибулярных нервов.

Рефлексы равновесия, осуществляемые с помощью вестибулярной системы, противостоят действию земного притяжения на массу тела. Эти рефлексы возвращают центр тяжести в положение, когда он вновь становится на площадь опоры. «...Рефлекс равновесия, осуществляемый с помощью вестибулярной системы, *восстанавливает* нарушенное равновесие. Дальнейшее развитие этого рефлекса последовало в том же направлении, в каком развивалась и вся рефлекторная деятельность от *исправления* нарушенного к *предупреждению* нарушения».[1] В этом превращении рефлекса на потерянное равновесие в рефлекторное сохранение равновесия большую роль сыграло развитие мозжечка, особенно его средней части (червя мозжечка). В нем связываются непосредственно импульсы, идущие от вестибулярных и мышечно-суставных рецепторов, благодаря чему обеспечивается ответное движение—перемещение центра тяжести на ту же величину в прямо противоположном направлении. При поражении мозжечка утрачиваются эти связи и дополнительные мозжечковые движения (синергии), вследствие чего теряется равновесие, наступает мозжечковая атаксия (расстройство согласованности в движениях различных групп мышц, выражающееся в беспорядочности, порывистости, непоследовательности движений). У такого больного шатающаяся походка; постоянное нарушение им равновесия каждый раз восстанавливается вестибулярным аппаратом и сетевидной формацией заднего мозга. Из клиники известно, что в постоянстве равновесия исключительную роль играет первичный синтез вестибулярных и мышечно-суставных сигналов мозжечком, который передает большим

---

[1] Е. К. Сепп, М. Б. Цукер, Б. В. Шмидт. Нервные болезни. М., Медгиз, 1950, стр. 108.

полушариям головного мозга уже относительно обобщенные сигналы о положении тела и скорости его движений в пространстве.

Роль коры головного мозга в регуляции вестибулярных функций

Кора головного мозга регулирует вестибулярные функции условнорефлекторно. Это значит, что наиболее тонкие и сложные установки человеческого тела на постоянное сохранение равновесия, а также сохранение постоянного положения тела в пространстве при любых скоростях движения образуются в индивидуальной жизни, вырабатываются, приобретаются опытом индивида.

Вестибулярные рефлексы сочетаются с любым внешним условным разражителем и возникают при действии не только безусловного раздражителя (утрата равновесия, т. е. опоры тела), но и при действии условных раздражителей, с которыми связана перемена положения тела.

Замыкание временных связей между вестибулярными рефлексами и условными раздражителями чаще всего происходит в жизни человека в отношении связей: вестибулярный аппарат и зрительная ориентация в пространстве.

Вследствие этого образуется прочная оптико-вестибулярная связь, при которой сигналы со стороны зрительного анализатора вызывают предваряющие изменения положения тела, условновестибулярные и мышечно-суставные рефлексы. Межцентральные связи между различными анализаторами и мозговым концом вестибулярного анализатора в височных областях коры головного мозга обусловливают общие установки тела по отношению к плоскости опоры и ускорению движения тела и его опоры.

У зрячего человека зрительная ориентировка в пространстве является ведущей, и поэтому у него эти установки, включающие вестибулярный механизм, образуются по сигналам с глаз. «...Глаза посредством своих влияний на тонические центры управляют установками тела».[2] Иное положение у слепорожденного человека. «Присмотритесь к слепцу в то время, — писал Ухтомский, — как он идет проселком или лесом, ориентируя свой путь осязанием. При помощи длинной палки, которую все время выставляет вперед, ощупывая ею дорогу, сосредоточенно вспоминая дорогу и ощупывая ее ногами и палкой, он может пройти безошибочно большое расстояние... На сосредоточенном лице характерным образом

---

[2] А. А. Ухтомский. Собр. соч., т. IV, стр. 171

блуждают глаза, точно нащупывая вокруг себя, за что можно было бы зацепиться глазами. Если присмотреться внимательно, эти движения связаны своими периодами с изменениями в текущей позе шагающего тела и с движениями конечностей. Можно сказать со всей точностью: при отсутствии оптической рецепции тело, опираясь на аппараты тонических рефлексов, владеет установками глаз...»[3]

Для развития условнорефлекторных установок тела имеет большое значение вестибулярно-слуховые связи в ориентировке человека в пространстве.

Мы хорошо ориентируемся по показаниям мышечно-суставных и вестибулярных сигналов, «тогда как ощущения из этой области доносятся до нашего сознания лишь в экстренных случаях, при необычных положениях или при заболеваниях».[4]

Превращение этих сигналов из неощущаемых в ощущаемые происходит не непрерывно во время движения, а лишь в известные моменты. Человек с закрытыми глазами при *равномерном* движении ощущает движение лишь вначале и конце, т. е. переход от покоя к движению и от движения к покою. При неравномерном движении человек испытывает значительно больше статических ощущений, нежели при равномерном движении. Но и в случае неравномерного движения им ощущается не самая скорость движения, а положительное или отрицательное ускорение, а также изменение *направления* скорости движения, особенно при подъеме и спуске.

«В общем, как правило, — отмечал Ухтомский, — однообразно затянувшаяся, монотонная и автоматизированная деятельность перестает ощущаться при всем том, что проприоцептивные сигналы идут в центры неутомимо и бдительно. Тем больше готовность нервных центров отметить срочным сигналом ту или иную новость и быструю перемену в среде и в теле наблюдателя...»[5]

Длительное и постоянное, стационарное возбуждение вестибулярного аппарата является фоном, на котором возникают временные и срочные корковые реакции на определенные раздражители. Ими являются: а) тяжесть с ее направлением (рецепторные сигналы которой идут от отолитовых органов) и б) ускорения положительные и отрицательные (рецепторные сигналы, которые идут от полукружных каналов). Возникающие корковые реакции на *перемены* тяжести тела и ее направления и *ускорения* движущегося тела вызывают *торможение* фоновой автоматической регуляции равновесия тела (включая

[3] Там же, стр. 171.
[4] Там же, стр. 193.
[5] Там же, стр. 194.

мозжечковую). Торможение низших форм рефлекторной деятельности является результатом возбуждения коры головного мозга при срочных реакциях в ней на изменение среды и положения человеческого организма.

На основе условнорефлекторной регуляции установок тела «вырабатывается умение видеть и рассматривать среду при покое конечностей».[6]

Поэтому развитие наблюдательской позы человека с максимальным сосредоточением на зрительном и слуховом восприятии окружающего пространства имеет одним из условий различительную деятельность коры головного мозга в отношении перемен положения тела в среде и ускорении движений тела человека или подвижной опоры для его тела, перемещающейся в пространстве с переменными скоростями.

Основные качества статико-динамических ощущений

Статические ощущения отражают *изменения положения тела* относительно неподвижной или перемещающейся опоры (прежде всего горизонтальной плоскости Земли) и *перемены ускорения* движущегося человеческого тела в пространстве.

Равномерное прямолинейное движение не ощущается, хотя рефлекторная регуляция постоянства равновесия обеспечивает его сохранение. В тех случаях, когда перемещение тела вызывает изменение скорости движения и действие центробежных сил на тело, возникают и дифференцируются различные статические ощущения.

С развитием транспортной техники все более распространяются пассивные перемещения тела за счет перемещения движущейся внешней опоры тела. Сигналы от этой формы перемещения тела приобретают особое значение в условиях ограничения зрительной ориентировки в пространстве (например, при высоких полетах самолета, особенно при слепых полетах в условиях тумана, ночи или большой высоты).

Статические ощущения, возникающие при движении тела и переменах ускорения, отражают не только положение человеческого тела в пространстве, по которому и относительно которого совершаются движения. Они отражают также пространственные признаки окружающей среды, по которой движется человек, а именно: вертикальное и горизонтальное положение *внешней* опоры тела, вертикальное и горизонтальное расположение предметов, оказывающих влияние на положение этой опоры, различные внешние факторы ускорения движения тела и т. д. Обычно (при открытых глазах) статические

---

[6] А. А. Ухтомский. Собр. соч., т. IV, стр. 195

ощущения выступают в неразрывной связи со зрительной и мышечно-суставной ориентировкой в пространстве. Вслед за Бехтеревым мы можем рассматривать статико-динамические ощущения как составную часть отражения человеком пространства внешнего мира, а не только изменения состояния собственного тела.

Пороги и формы статико-динамических ощущений

Наиболее изучены ощущения при круговом движении тела (вращении). При таком движении относительно вертикальной оси *порогом ощущений* является *ускорение* от 0,8 до 2,4° в 1 *сек.*

Пороги статических ощущений при определении выхода тела из нормального вертикального положения (движение качающегося, а не вращающегося кресла) различаются в зависимости от направления. При наклоне вперед-назад пороговым раздражителем является угол наклона в 2°. Меньшей является пороговая величина для сторонних направлений (вправо-влево, а именно от 1 до 1,5° в 1 *сек*).

Большая чувствительность к сторонним переменам положения тела объясняется сочетанием в подобных ощущениях ряда механизмов вестибулярных, мышечно-суставных и тактильных ощущений. Область статических ощущений и чувствительности открыта наукой сравнительно недавно; она стала систематически разрабатываться лишь с конца XIX в. Этим объясняется недостаточная изученность различительной чувствительности в этой области. Однако уже теперь ясно, что в этой области *прирост* ускорений и *перемена* ритмов движения, а также *прирост* углов наклона перемещающегося тела являются пороговыми раздражителями разнородной чувствительности. *Контраст* между покоем и движением, медленным и быстрым движением, углами наклонов при выходе из вертикального положения тела и т. д. усиливает различение ускорений движений и положения тела по отношению к горизонтальной плоскости Земли.

Как и любой вид чувствительности, статико-динамическая чувствительность сенсибилизируется при таких деятельностях, которые специализированы на переменных скоростях движения и изменениях положения тела относительно горизонтальной опоры. Особенно велика сенсибилизация этих ощущений у летчиков, а также автомобилистов, мотоциклистов, моряков, пловцов и т. д. Широкое использование в быту современных средств передвижения вырабатывает у больших масс людей (пассажиров) новые навыки вестибулярного различения. При этом повышении вестибулярной чувствительности снижается

способность к головокружениям от вращения или ускорения. Головокружение возникает при снятии тормозящей роли коры и вызывается повышенной возбудимостью вестибулярного аппарата, влияющего на повышение вегетативных рефлексов. Следствием этой возбудимости является не только головокружение, но и тошнота, возникающая при большой тряске.

Особенно большое значение имеет постоянное упражнение в закреплении зрительных и вестибулярных связей. С нормальным положением *тела и головы* выработалось определенное сочетание положения глаз. Изменение функционального положения вестибулярного прибора сказывается поэтому на процессах пространственного зрения.

В силу образовавшейся прочной зрительно-вестибулярной связи имеет место и обратное влияние изменений зрительных пространственных оценок на статические ощущения. При подъеме на большую высоту у человека часто возникает условнорефлекторное ощущение потери равновесия, близкое к головокружению. Мы называем его условнорефлекторным потому, что при этом состоянии не имеют места действительные вестибулярные сигналы о потере равновесия, но сигналы со зрительного анализатора вторично или условнорефлекторно вызывают статические ощущения, так как при подъеме на высоту нарушаются привычные изображения предметов на сетчатке, что приводит к неустойчивости положения тела.

Ощущение неустойчивости тела имеет место лишь при *противоречиях между видимым* изменением пространства и ощущением неизменного равновесия. При высотном полете на самолете это ощущение исчезает вместе с прекращением видимости земных ориентиров. То же имеет место при восхождении на вершину горы, плотно окруженной горным рельефом, и т. д. Однако и это противоречие является условнорефлекторным, сложившимся в результате сочетания привычного положения тела по отношению к горизонтальной плоскости Земли с горизонтальным положением глаз, параллельным плоскости опоры.

В некоторых специальных деятельностях (например, у летчиков и рабочих, выполняющих операции по строительству зданий, прокладке воздушных передач высоковольтных линий и т. д.) вырабатываются новые навыки различения пространства, снимающие эти противоречия, образующие новые связи между зрительными и вестибулярными ощущениями.

ГЛАВА XII

ОБОНЯТЕЛЬНЫЕ ОЩУЩЕНИЯ

Источники общности обонятельных, вкусовых и внутриорганических ощущений

Энгельсу принадлежит принципиально важная для общей теории ощущений мысль об общности обоняния и вкуса. Он писал, что «давно уже признано, что обоняние и вкус являются родственными, однородными чувствами, воспринимающими однородные, *если не тождественные свойства...*»[1] (курсив наш, — *Б. А.*). Если до Энгельса было известно, что обоняние и вкус связаны между собой, являются тождественными чувствами, то лишь Энгельс, развивая диалектико-материалистическую теорию познания, выдвинул положение о том, что они отражают связанные между собой, быть может, даже тождественные свойства. Последующее развитие химии, физиологии и психологии является безусловным доказательством этой мысли. Как обоняние, так и вкус отражают *химические вещества,* растворенные в воздухе или воде, причем обоняние и вкус, являясь как бы параллельными рецепциями, отражают различно (на расстоянии — обоняние и при соприкосновении — вкус) одни и те же химические вещества. Вкусовые и обонятельные рецепторы и анализаторы поэтому носят название химических, или хеморецепторов, в отличие от зрительных, слуховых, тактильных и других рецепторов, являющихся рецепторами, отражающими физические и механические свойства вещей и формы движения.

Вкусовые и обонятельные ощущения являются анализом не только химических свойств вещей, но и особой формы движения химической материи.

В истории жизни первоначально возник вкусовой рецептор

[1] Ф. Энгельс. Диалектика природы, стр. 185.

(«ротовой», как называл его Павлов), причем его биологическое значение определялось тем, что он непосредственно обслуживал основной *пищевой* обмен между организмом и внешней средой. Вместе с развитием головного мозга и сменой постоянных (безусловнорефлекторных) связей на временные связи (условнорефлекторные) формировался и развивался новый обонятельный анализатор для распознавания тех же пищевых веществ, но на расстоянии. Известно, что именно с развитием обонятельного анализатора связано образование высшего отдела головного мозга, именно коры больших полушарий головного мозга.

Именно то, что обоняние и вкус возникли на общей биологической основе *пищевого обмена*, представляет собой различные формы дифференцировки химических раздражителей и обусловливает их *общность*, теснейшую связь. В последующем развитии животных организмов обоняние стало выполнять функции, выходящие за пределы пищевого обмена. К таким функциям относятся: а) распознавание по запаху особ противоположного пола, т. е. сигнализация, связанная с функциями размножения и полового подбора, б) распознавание вещей по местонахождению и направлению движения запахов, т. е. функция пространственной ориентации. У человека некоторые из этих функций потеряли свое жизненное значение (например, сигнализация для функций размножения), другие приобрели новый вид (сигнализации для пищевого обмена и пространственной локализации вещей). Зато возникли новые функции обоняния: дифференцировка химических свойств вещей в процессе их производства (химической, пищевкусовой, парфюмерной промышленности) и научного познания (в экспериментальных пробах химических, физиологических и других исследований).

Это историческое преобразование обоняния человека в процессе его общественно-трудового развития имел в виду Энгельс, когда писал: «...собака обладает значительно более тонким обонянием, чем человек, но она не различает и сотой доли тех запахов, которые для человека являются определенными признаками различных вещей».[2] Предметный характер обонятельных ощущений типичен для человека. Поэтому классификация запахов представляет собой чрезвычайно трудную задачу. Мы скорее различаем запахи не по общим свойствам (пахучий, вонючий и т. д.), а по их предмету (запах бензина, запах фиалки и т. д.).

Если вкусовые ощущения возникают обычно в процессе потребления пищи, то обонятельные ощущения у человека не

---

[2] Ф. Энгельс. Диалектика природы, стр. 135—136.

ограничены актом потребления, а возникают в разных условиях распознавания химических свойств вещей внешнего мира, воздействующих на организм человека. Поэтому, хотя развитие химической рецепции начинается со вкусовых ощущений в истории жизни, при изучении деятельности анализатора взрослого человека следует начинать с изучения обонятельных ощущений. Но было бы неправильно думать, что хеморецепция исчерпывается обонятельными и вкусовыми ощущениями. Хеморецепция осуществляется также и анализаторами внутренней среды организма. Именно хеморецепция внутренних органов составляет одну из главнейших особенностей внутриорганических ощущений.

Следовательно, хеморецепция человека состоит из ряда переходящих друг в друга ощущений: обонятельных (на расстоянии), вкусовых и внутриорганических. В этом ряду вкусовые ощущения занимают особое переходное положение. Как на это было указано Павловым, а затем экспериментально подтверждено в психологии Гусевым, вкусовые ощущения отражают не только химические свойства внешних тел, потребляемых организмом, но и биохимических процессов(например, углеводного или минерального обмена), происходящих во внутренней среде организма.

Вкусовые ощущения, следовательно, связаны не только с обонянием, но и с внутриорганическими ощущениями.

Химическая структура пахучих веществ и обонятельные ощущения

Запах не существует вне и помимо вещества. *Пахучесть* вещества определяется его *химическим строением (структурой)*, с одной стороны, и *летучестью* частиц вещества, т. е. способностью данного вещества отдавать молекулы — испаряться в воздухе. Летучесть есть только одно из физических свойств пахучих веществ среди многих других(точка кипения, частичное давление паров, растворимость, адсорбция или поглощение пахучими веществами ультрафиолетовых и инфракрасных лучей и т. д.).

Химическая структура пахучего вещества определяет качество запаха, а физические свойства этого вещества определяют форму и скорость распространения молекул пахучих веществ в воздухе, а следовательно, условия раздражения пахучим веществом обонятельного рецептора.

Рассмотрим химическую структуру пахучих веществ, определяющую в той или иной степени качество и интенсивность обонятельных ощущений. Установлено, что лишь небольшое

число химических элементов является самостоятельным источником запахов. Этими элементами являются прежде всего относящиеся к группе галоидов фтор, хлор, бром, иод. Обладают запахами элементы: фосфор, мышьяк и кислород (в виде озона). Кроме того, элементы, обладающие запахами, характеризуются высокой валентностью, т. е. способностью соединения с атомами водорода.

Основная масса запахов есть свойство *химических соединений*. По выражению Бронштейна, «запах является индивидуальным свойством химических соединений». В большинстве случаев пахучие вещества являются соединениями углерода (углеводорода), содержащими водород, кислород, азот.

Хотя обонятельные ощущения могут быть вызваны как неорганическими, так и органическими веществами, представители пахучих органических веществ значительно многочисленнее, нежели неорганических.

Решающее значение для образования запаха имеет наличие в составе вещества особых атомных групп, осмофоров (эфирная, метиловая, карбоксиловая и т. д. группы; влияние осмофоров в малых молекулах больше, чем в крупных), а также способ связей этих атомных групп с ядром. Эти связи выражаются в химических формулах цепями соединений. Большое влияние на образование пахучести вещества оказывает строение вещества — именно в зависимости от того, состоит ли оно из простых или сложных, ветвящихся цепей. Длина цепи является одним из условий образования запаха. Веществам с ветвящимися цепями присущ более интенсивный запах. Длинные цепи в спиртах, сложных эфирах, кислотах и т. д. обусловливают их сильный запах, действующий на окончание не только обонятельного, но и тройничного нерва. Но увеличение длинных цепей в соединениях приводит к уменьшению запаха. Установлено правило, что при удлинении цепи сила запаха первоначально увеличивается, а потом уменьшается. Интенсивность запахов многих соединений нарастает по мере увеличения молекулярного веса. Достигнув известного максимума молекулярного веса, пахучие свойства вещества уменьшаются.

Например, в соединениях, содержащих серу, отмечается уменьшение запаха по мере удлинения их боковых цепей (увеличение молекулярного веса):

Боковые цепи	$C_6H_5N\ \ CS$	очень сильный запах
	$C_6H_5CH_6N = CS$	сильный запах
	$C_6H_5(CH_2)_2N = CS$	умеренный по силе запах
	$C_6H_5(CH_2)_4N = CS$	не обладает запахом

То же отмечается и в отношении конденсированных бензольных колец. Бензол (одно кольцо) издает слабый запах, нафталин (два кольца) — сильный.

Как можно видеть, особую роль в образовании пахучих свойств химических соединений играют углеродные атомы и их число. Сходство запахов некоторых гомологических рядов (т. е. сходных рядов групп органических соединений, отдельные члены которых отличаются друг от друга только группой CH_2) обусловливается числом углеродных атомов. Например, одни фенилоспирты, имеющие *четное* число этих атомов, обладают схожим между собой неприятным запахом, а другие фенилоспирты, имеющие нечетное число атомов, обладают схожим, но приятным запахом.

Имеются данные относительно связи запахов с электрохимическими свойствами элементов и соединений. Так, элементы *из числа металлоидов, входящие в состав пахучих* веществ, расположены внизу электрохимического ряда и несут отрицательный заряд. Элементы, находящиеся в верхней части электрохимического ряда и несущие положительный заряд, уменьшают, как правило, запах соединений, в состав которых они входят.

«Если мысленно разделить менделеевскую таблицу на две части вертикальной линией, проведенной через клетку, занимаемую углеродом, — пишет Бронштейн, — то все элементы, входящие в состав пахучих веществ и являющиеся электроотрицательными, окажутся на правой половине таблицы, а все элементы, несущие положительный заряд и обычно не входящие в состав веществ, обладающих запахом, — на ее левой половине».[3] Молекулярные веса большинства пахучих веществ лежат в пределах 17 (аммиак) и 300 (терпены). Вещества с низким молекулярным весом действуют преимущественно не на окончания обонятельного нерва, а на окончания тройничного нерва. К числу важных факторов, определяющих запах вещества, относится разница изомеров положения молекул в составе химического соединения. Изомерами называются вещества, имеющие одинаковый элементарный химический состав, но отличающиеся по своим физическим свойствам вследствие различного расположения атомов в молекуле. Так, например, ванилин обладает пряным запахом, а изованилин не пахнет. Бесконечное многообразие запахов определяется взаимодействием многих факторов, действующих в химических соединениях (молекулярным весом, изомерами положения атомов, длиной цепи и т. д.). Поэтому запах действительно

---

[3] А. И. Бронштейн. Вкус и обоняние. М., Изд. АН СССР, 1950, стр. 218—219.

можно признать индивидуальным свойством каждого химического соединения.

Физические свойства пахучих веществ и условия обонятельного раздражения.

Обонятельные ощущения обусловливаются химической природой пахучих веществ, отражают химические свойства этих веществ. Однако пахучие вещества обладают не только химическими, но и физическими свойствами, которые являются важными показателями *состояний* вещества и его воздействия на рецептор.

Вещество *становится* раздражителем обонятельного рецептора при определенных физических условиях, т. е. когда обнаруживает определенные физические свойства. Возможно, что с этим обстоятельством связан тот факт, что из известных науке около 300 000 неорганических и органических веществ около $^1/_5$ обладает запахом, т. е. является пахучими веществами. Кроме того, вещества, известные как пахучие при определенных условиях, при других условиях не вызывают обонятельных ощущений.

Вещество должно претерпеть определенные изменения физического состояния для того, чтобы стать адекватным раздражителем обонятельного рецептора. Первым из этих изменений состояния является физическое изменение вещества в окружающей воздушной среде.

Из состояния твердого или жидкого тела часть вещества должна перейти в *парообразное состояние,* т. е. испариться в воздухе, причем молекулы этого вещества отдаются окружающей вещество среде. При переходе в газообразное состояние молекулы вещества становятся летучими, распространяющимися в воздушной среде, а все вещество теряет в своем весе (за счет отдаваемых вовне частиц или молекул).

Поэтому о летучести пахучих веществ можно судить по изменению их удельного веса.

Но переходом в газообразное состояние или летучестью не исчерпываются изменения физического состояния пахучих веществ. Вместе с потоком воздуха при вдыхании молекулы вещества попадают во внутренние полости носа, причем здесь они испытывают второе, не менее важное, физическое изменение, являющееся непосредственным условием превращения химического вещества в нервный процесс, т. е. возбуждение обонятельного нерва.

Этим вторым физическим изменением вещества является растворение вещества в жидкости, покрывающей обонятельный эпителий, и в липоидах, входящих в состав протоплазмы

клеток. Иначе говоря, вещество переходит из газообразного состояния в жидкое уже при взаимодействии его с организмом. Следовательно, не только летучесть в воздухе, но и растворимость вещества в жидкости являются важными физическими свойствами пахучих веществ как раздражителей обонятельного рецептора. С этими двумя основными физическими свойствами пахучих веществ, характеризующих изменение состояния, связаны некоторые другие физические свойства.

Так, *летучесть* вещества, очевидно, связана с изменением температуры вещества (возникая при определенной точке кипения), с давлением паров, возникающим при испарении вещества. В отношении ряда веществ установлено, что их сильная пахучесть связана с большим давлением паров вещества (например, эфира, хлороформа, керосина). В некоторых жидкостях с низким давлением паров (парафиновое масло, глицерин) летучесть совпадает с отсутствием запаха. Среди твердых тел с высоким давлением (камфара, нафталин) встречаются пахучие вещества с низким давлением (железо или медь) — вещества, не обладающие запахом.

Сравнивая давление паров некоторых веществ при температуре в 20° С, Бронштейн нашел, что соответствие между интенсивностью запахов и давлением паров более выражено при низких температурах.

С давлением паров связана *концентрация* вещества в воздухе, являющаяся важным условием силы раздражения обонятельного рецептора. Сравнивая вещества по соотношению их концентрации в воздухе и степени пахучести, можно установить значительные различия. Так, например, запах нитробензола ощущается лишь в том случае, если его концентрация в воздухе превышает концентрацию ванилина в 82 000 раз. Концентрация же ванилина, в соответствующее число раз меньшая, равная $5 \cdot 10^{10}$ *куб. мм* в 1 *куб. см* воздуха.

До настоящего времени не изучен вопрос о характере распространения летучих веществ в воздухе, т. е. тот вопрос, который уже разрешен в отношении света и звука. В науке имеется попытка разрешить этот вопрос по аналогии с закономерностями распространения света и звука. На эту аналогию толкал установленный факт поглощения пахучими газами ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Спектрографическое исследование линий поглощения пахучих веществ позволило предположить, что имеются электронные колебания пахучих веществ, находящиеся в ультрафиолетовой области с длиной волны от 360 до 200 *ммк* (например, ароматные запахи гераниола на 220 *ммк*, камфара — на 210 *ммк*, а жженые запахи от 270 до 260 *ммк* и т. д.).

Есть предположения, что распространение летучих веществ

носит волновой характер с известными периодическими колебаниями воздушных волн.

Можно высказать и другое предположение, основываясь на отдаче веществом своих молекул при известном разложении вещества под влиянием изменений температуры, а именно, что, подобно свету, химические свойства распространяются не только волнами, но и квантами, которые как бы бомбардируют концевые приборы обонятельного анализатора.

Вопрос о распространении химических раздражителей остается открытым. Ясно лишь одно, что для обонятельного раздражения необходимо, чтобы *молекулы* вещества достигли обонятельного рецептора и непосредственно воздействовали бы на него. Это положение важно подчеркнуть, так как обоняние рассматривается часто как дистантный вид ощущения, т. е. как распознавание на расстоянии.

Очевидно, что обоняние распознает вещество по его запаху на расстоянии (дистантно) лишь благодаря тому, что молекулы вещества входят в соприкосновение с обонятельным рецептором, т. е. действуют на него *контактно.*

Запах является для организма *сигналом вещества* постольку, поскольку вещество способно посылать свои молекулы в окружающее пространство материального мира, в том числе и на организм, находящийся в этом пространстве.

Для понимания природы распространения химического раздражителя в воздушной среде, окружающей организм, важно учесть диффузию вещества и поглощение его окружающей средой.

Диффузией называется медленное проникновение одного вещества (газа или жидкости) в другое при их непосредственном соприкосновении или через пористую, скважистую перегородку.

Все химические раздражители обладают тем или иным характером диффузии, которая протекает с неодинаковой скоростью в зависимости от строения вещества, взаимодействия его с другими веществами в среде. Установлены в отношении диффузии паров бензола, его гомологов и некоторых паров следующие данные, характеризующие различную скорость их диффузии (см. табл. 5).

При диффузии пахучих веществ происходит то или иное поглощение (адсорбция) веществ окружающей средой. Благодаря адсорбции происходит повышение концентрации пахучих веществ, часто находящихся в воздухе в минимальных количествах. В отношении пахучих веществ различают два вида их поглощения телами окружающей среды: первый вид поглощения — при котором поглощаемые пахучие вещества накапливаются непосредственно на поверхности поглощающего тела,

и второй вид поглощения — при котором они накапливаются в тонкой водяной пленке, покрывающей большинство предметов, окруженных воздухом, в котором имеются водяные пары.

Наиболее поглощающими пахучие вещества являются тела с большой пористостью или скважностью, особенно активизированный уголь, способный поглотить любое число пахучих веществ, а также тальк и глина. Некоторые другие тела, например янтарь, поглощают самые разнообразные пахучие вещества, но с разной степенью сохранения. Если запах борнеола удерживается янтарем в течение 1 *мин*, то ванилин — 29 *мин*, а нитробензол — 57 *мин* и т. д.

Таблица 5

Скорость диффузии некоторых пахучих веществ (по Бронштейну)

Вещество	Скорость диффузии, в *см/сек*	Вещество	Скорость диффузии, в *см/сек*
Бензол	0,53	Эвгенол	1,3
Толуол	0,53	Камфара	2,1
Ксилол	0,67	Серный эфир	4,4
Псевдокумол . . .	0,67	Уксусноэтиловый эфир .	10,0

Стекло вовсе не поглощает таких пахучих веществ, как терпинеол, ипридин, а запах нитробензола или этилового тиоэфира удерживает всего 1 *сек*. Зато стекло удерживает запах мускуса в течение целого дня.

Золото вовсе не поглощает ряда пахучих веществ (терпинеола, валериановой кислоты, ипридина), но запах скатола удерживает 1,5 дня, а мускуса 2 дня.

Сталь не поглощает лишь валериановой кислоты, но поглощает с разной длительностью другие вещества. Секунду длится поглощение сталью запахов нитробензола, мускуса, этилового тиоэфира, а другие запахи — многими минутами (например терпионеола — 4 *мин*, ипридина — 30 *мин*), а некоторых — многими днями (например, запах ионона — 4 дня, а запах скатола — 21 день) и т. д.

Показатель поглощения пахучих веществ различными телами является очень важным при постановке опытов по изучению обонятельных ощущений. Необходимо учитывать не только концентрацию вещества в воздухе, но и способность различных тел в данной обстановке опыта усиливать и сохранять запах данного химического раздражителя.

Обонятельные ощущения отражают не только качество и

интенсивность химического раздражителя, но и взаимодействие его с телами окружающей среды. Одним из этих тел и является *ощущающее* запахи тело обонятельного рецептора, поглощение которым пахучих веществ и есть начало *раздражения.*

Внутренние полости носа являются системой веществ, способных производить поглощения пахучих веществ в процессе растворения пахучих веществ в жидкости, покрывающей обонятельный эпителий, и в липоидах.

При этом отмечаются две черты, характеризующие пахучие вещества при раздражении ими внутренних полостей носа: 1) способность этих веществ изменять поверхностное натяжение пограничного слоя воздух — вода и 2) способность этих веществ изменять поверхностное натяжение слоя вода — липоид.

Относительно первой черты можно заметить, что проникновение пахучих веществ во внутренние полости носа обозначает переход их из воздуха, где они находятся в состоянии паров, в жидкость, покрывающую обонятельные клетки. Проникновение происходит через поверхностный слой жидкости. При этом имеет место *снижение* поверхностного натяжения воды, с чем связано *повышение проницаемости* поверхностного слоя жидкости, т. е. среды, которая окружает обонятельную клетку.

Вторая черта характеризует переход пахучего вещества из среды, окружающей клетку, в протоплазму самой клетки. Проникновение пахучих веществ из поверхностного слоя воздух — вода в клеточную структуру обонятельного рецептора происходит через слой вода — липоиды. Установлено, что при этом проникновении пахучих веществ в обонятельные клетки значительно снижается поверхностное натяжение липоидов этих клеток.

Из всего рассмотренного следует, что возбуждению обонятельного анализатора предшествует целый ряд сложных физико-химических процессов в самом веществе, в той среде, в которой он распространяется, наконец, на поверхности обонятельных рецепторов.

Рецепторы

Обоняние неразрывно связано с процессом дыхания, следовательно, и со многими важнейшими процессами обмена веществ между организмом и окружающей его средой. Поэтому рецепторы обоняния расположены во внутренних полостях носа, являющегося одним из важнейших органов дыхания, так как полости носа являются верхним отделом дыхательных путей. Кроме дыхательной функции, нос выполняет также защитную функцию (увлажнение вдыхаемого воздуха, согрева-

ние, освобождение его от пыли и обезвреживание его). Нос является также одним из резонаторов речевых звуков, произносимых человеком.

Наиболее непосредственно связаны с обонятельными функциями носа его дыхательные и защитные функции, точнее говоря, именно на основе дыхательной и защитной функции возникло и развилось обоняние.

Не вся полость носа является обонятельной, т. е. является обонятельным рецептором. Ознакомимся со строением и функциями обонятельного рецептора, в котором происходит превращение химической энергии в нервный процесс.

Подобно зрительным и слуховым рецепторам, обонятельные рецепторы парные, состоящие из взаимосвязанных, симметрично расположенных рецепторов.

Парность обонятельных рецепторов ясно выражается в самом строении носовой полости и составляющих ее частей.

Носовая полость разделена на две половины, каждая из которых разделена на преддверие и на три носовых хода: нижний, средний и верхний. Эти ходы отделены друг от друга костными образованиями (раковинами). Нижний носовой ход образует пространство, лежащее между дном полости носа и нижней раковиной. Средний носовой ход расположен между нижней и средней раковиной, а верхний находится под средней раковиной. Между перегородкой носа и средней раковиной имеется просвет в 1 *мм*, называемый обонятельной щелью. Полость носа сообщается с окружающим воздухом через ноздри. С полостью носоглотки полость носа сообщается через два широких отверстия, называемых хоанами. Эти ходы сообщения с внешней и внутренней средой делают всю носовую полость родом трубки, являющейся верхней частью дыхательных путей. Преддверие носа покрыто кожей, а внутренние полости носа выстланы слизистым эпителием. Верхние отделы внутренней полости носа выстланы особым обонятельным эпителием, находящимся в области верхних носовых ходов и занимающим площадь около 5,0 *кв. см*.

В обонятельном эпителии различаются поддерживающие, базальные и собственно обонятельные (чувствительные) клетки. Эти обонятельные клетки являются нервными клетками, точнее первым невроном обонятельных путей.

Обонятельные клетки имеют форму веретена или бокала с периферическим и центральным отростками. Периферические отростки клеток доходят до поверхности слизистой оболочки, заканчиваются булавовидными утолщениями, на которых сидит несколько ресничек. Центральные отростки отходят от противоположного конца клеток и образуют тонкие нити, которые вступают в полость черепа, проникая через

«костную продырявленную пластинку». В этих отростках имеются сократительные образования (миоиды), благодаря подвижности которых «булавы» обонятельных клеток способны подниматься на поверхность эпителия и вступать в контакт с пахучими веществами или же, погружаясь в глубь эпителия, освобождаться от его контакта. Бронштейн замечает по этому поводу, что «если дело обстоит именно так, то можно констатировать черты сходства между клетками обонятельного эпителия и фоторецепторами глаза, которые также обладают способностью укорачивать свои отростки, погружая или извлекая их из пигментного слоя сетчатой оболочки глаза».[4]

В обонятельном эпителии находятся также опорные и базальные клетки, с которыми непосредственно связаны обонятельные клетки.

Опорные клетки состоят из цилиндрических образований, проходящих через толщу эпителия. Опорные клетки как бы поддерживают обонятельные клетки, а сами покоятся на базальных клетках обонятельного эпителия. Весь обонятельный эпителий пронизывается выводными протоками серозных желез, выделение которых увлажняет его поверхность. Деятельность этих желез управляется тройничным и симпатическим нервами.

В обонятельном рецепторе, как было указано, происходит превращение химических раздражений в нервный процесс. Это превращение начинается с того момента, когда пахучие вещества входят в соприкосновение с обонятельными клетками, проникая вместе со струей вдыхаемого через нос воздуха в верхний носовой ход. При вдыхании главная масса воздуха поднимается из ноздрей до крыши носа, проходит по ней и дугообразно спускается в передний конец средней раковины и загибается к перегородке вниз. Струя воздуха не проходит через верхний носовой ход, а обонятельная щель лежит вне основного потока вдыхаемого воздуха, который проникает в нее лишь путем диффузии.

Подобно зрительному рецептору, в котором важнейшее значение имеет работа глазодвигательных мышц, в обонятельном рецепторе важную роль играют мышцы носа, сокращение которых обеспечивает возможность втягивания воздуха в обонятельную щель и верхний носовой ход путем активного нюхания или нюхательных движений. При этом совершается сужение отверстий носа, ускоряющее и усиливающее протекание воздуха, образуются вихри воздушных струй, изменяется их направление.

При обычном дыхании обонятельные ощущения гораздо

---

[4] А. И. Бронштейн. Вкус и обоняние, стр. 156.

слабее, чем при активном нюхании. Но возникающие при дыхании обонятельные раздражения вызывают через головной мозг движения мышц носа, т. е. являются сигналами нюхательных движений.

При каждом нюхательном движении человек втягивает в нос 25—30 *куб. см* воздуха, часть которого проходит в верхний носовой ход.

Характерной особенностью обонятельных ощущений является их прерывистость как при обычном дыхании, так и нюхательных движениях. Обонятельные ощущения возникают при вдохе и прекращаются при выдохе.

Пользуясь методом условных рефлексов, Гамаюнов установил, что сила действия пахучих веществ при вдохе превышает в 3—4 раза действие этих веществ при выдохе.

Пахучие вещества, попавшие в верхний носовой ход, проникают первоначально через тонкий (толщиной в 2 *мк*) слой жидкости, покрывающей слизистую оболочку, а затем вступают в контакт с обонятельными клетками.

Пахучие вещества, попадая в этот слой жидкости, образуют раствор ничтожной концентрации. Из этого раствора молекулы пахучего вещества проникают в липоиды, а затем вызывают реакцию обонятельной клетки в целом, в которой важную роль играет движение отростков, соприкасающихся или освобождающихся от контакта с молекулами пахучих веществ.

Реакция обонятельных клеток есть начало возбуждения, т. е. нервного процесса, который проводится по обонятельным нервам в головной мозг. Обонятельное ощущение является результатом деятельности всего обонятельного анализатора, а не только обонятельной полости носа.

Для понимания связей обоняния и вкуса нужно учесть, что у них не только общие *химические* раздражители, но и некоторый общий периферический механизм.

Раньше указывалось на то, что область, покрытая обонятельным эпителием, доступна раздражениям и со стороны задних отверстий (хоан), т. е. со стороны носоглотки.

Поэтому при акте еды пахучие вещества, входящие в состав пищи, могут вступить в контакт с обонятельными клетками. При разжевывании пищи пары этих веществ диффузируют в носоглотку и доходят через хоаны в верхний носовой ход. Это имеет место особенно при акте глотания, когда пища проскальзывает в пищевод, а дыхание восстанавливается, порождая выдох. В этот момент воздух, насыщенный парами пахучих веществ, устремляется из носоглотки в верхний носовой ход. В этот момент особенно явственно ощущается запах пищи и напитков.

Таким образом, запах может быть сигналом пищи перед ее потреблением и сигналом пищи в процессе ее потребления.

Химические раздражители, попадающие в нос вместе с воздушной струей, раздражают не только обонятельные клетки, но и другие чувствительные клетки, находящиеся во внутренней полости носа (температурные, тактильные, болевые). Поэтому при дыхании возникают не только обонятельные ощущения, но и ощущения холода и тепла, ощущения прикосновения, давления и боли. Чисто обонятельные ощущения вызываются преимущественно высокомолекулярными и сравнительно малолетучими соединениями. Возбуждение обонятельных клеток этими раздражителями подавляет, тормозит ощущения, возникающие одновременно при раздражении окончаний тройничного нерва.

Поэтому для понимания механизма обонятельных ощущений важно знать строение и функцию нервов, проводящих возбуждение в головной мозг, а именно обонятельных нервов, с которыми тесно связана работа тройничного нерва.

Обонятельные и тройничные нервы.

Раздражения от чувствительных клеток, расположенных во внутренней полости носа, передаются в большие полушария головного мозга по двум парам чувствительных нервов. Ими являются пары I (обонятельного) и V (тройничного) черепно-мозговых нервов.

Пара обонятельных нервов (от обеих сторон верхнего носового пути и верхней раковины) ведет свое начало от обонятельных волокон в самой обонятельной полости носа. Эти волокна не образуют единого ствола, а проходят тонкими нитями (до 20) через отверстия решетчатой кости. На нижней поверхности лобных долей головного мозга они сходятся, образуя утолщения — обонятельные луковицы. В них заканчиваются первые невроны обонятельных нервов. Обонятельные луковицы переходят сзади в обонятельный тракт, образующий треугольное расширение, так как волокна обонятельного нерва расходятся в этом месте на три пучка и вступают в вещество мозга. Обонятельные луковицы и обонятельные тракты обеих сторон соединяются в передней комиссуре головного мозга. Как подчеркивает Гринштейн, «у всех животных, имеющих первичную обонятельную кору, имеется и коммисура, соединяющая эти образования обеих сторон».[5]

Часть волокон с одной стороны больших полушарий пере-

---

[5] А. М. Гринштейн. Пути и центры нервной системы. М., Медгиз, 1946, стр. 160.

ходит на противоположное полушарие, образуя тонкий слой поперечных волокон. Если обонятельные луковицы образуют первую инстанцию, в которую поступают возбуждения от обонятельных рецепторов, то так называемый свод или обонятельный тракт составляет вторую инстанцию, от которой импульсы передаются в подкорковые центры и в кору головного мозга.

Обонятельные нервы проводят возбуждения, возникающие при химических раздражениях обонятельных рецепторов (обеих сторон верхнего носового пути и верхней раковины).

Но чувствительность внутренней полости носа не исчерпывается обонятельными ощущениями. В нижнем и среднем носовых ходах и раковинах расположены чувствительные клетки, раздражение которых прикосновением, давлением, температурными раздражителями вызывает множество разнородных ощущений (тактильных, болевых, температурных).

Эти раздражения проводятся не по обонятельному, а по тройничному нерву, часть окончаний которого находится преимущественно в переднем и среднем носовых ходах.

Нередко сложные обонятельные ощущения возникают именно вследствие одновременного возбуждения окончаний обонятельного и тройничного нервов (например, ощущение какого-либо запаха как «острого» или «холодного», «бьющего в нос» или «тупого» и т. д.).

Тройничный нерв назван так в силу того, что дает три крупные ветки: глазничную, верхнечелюстную и нижнечелюстную. В целом тройничный нерв передает тактильные, болевые и температурные раздражения из рецепторов кожи лица и слизистых оболочек рта и носа, а также и оболочек мозга. Специально с раздражениями слизистой оболочки носа связана верхнечелюстная ветвь тройничного нерва. Она проходит через нижнеглазничную щель и ветвится в области оболочки носа, иннервирует все верхние зубы, верхнюю губу, щеки.

Раздражения окончаний верхнечелюстной ветки тройничного нерва передаются в центральные ядра тройничного нерва, расположенные на дне IV желудочка головного мозга, откуда далее импульсы идут через подкорковые центры в кору головного мозга.

Мозговой конец «запахового» анализатора человека

Павлов называл общий механизм обоняния работой «запахового анализатора», или химического носового анализатора. Павлов подчеркнул тем самым, что обоняние представляет собой мозговой анализ химических воздействий внешней среды на организм. Как и всякий анализатор, запаховый ана-

лизатор представляет собой целостную систему, завершающим звеном которой является мозговой конец, состоящий из ядра и рассеянных по коре клеток данного анализатора. Однако еще нет достаточных экспериментальных данных для определения области ядерных клеток и распределения рассеянных клеток в данном анализаторе.

Методом условных рефлексов было установлено отношение к мозговому концу запахового анализатора у собак высших (корковых) обонятельных центров, которые разными авторами относились к области так называемых «крючка извилины морского коня» и «аммонова рога». По сравнению с животными, в том числе и собаками, у которых сильно развита обонятельная мозговая кора, у человека эта область (особенно аммонов рог) занимает очень ограниченное место. Полагают, что обонятельный свод у человека является остатками ранее сильно развитой обонятельной коры у животных.

Как у животных, так и у человека обонятельные центры обеих сторон соединены системой волокон. С помощью условных рефлексов школой Павлова было установлено, что после двустороннего и полного удаления обонятельных центров в коре головного мозга у собак ранее всего появились выработанные (до операции) запаховые рефлексы. Движения с ноздрями на запах появились на 2—3-й день после операции. На 3—4-й день собака по запаху безошибочно выбирала из бумажных свертков содержащиеся в них мясо и колбасу. С шестого дня появился слюнный рефлекс на запах мясного порошка.

Эти факты свидетельствуют о том, что корковый анализ химических раздражений (через обонятельный рецептор) осуществляется не только обонятельными центрами, но и более широкой захватывающей разные районы коры областью рассеянных клеток запахового анализатора. Можно предположить, что у животных она представляет собой весьма обширную разнородную территорию, связанную с регуляцией многих жизненных функций. Вместе с тем эти факты свидетельствуют о том, что в механизме обоняния у животных играют важную роль нижележащие отделы головного мозга, компенсирующие пораженные обонятельные функции коры.

Клинические наблюдения над мозговыми (центральными) расстройствами обоняния у человека также могут быть истолкованы с точки зрения связей ядерных и рассеянных клеток запахового анализатора человека. Понижение обоняния (гипосмия) или отсутствие обоняния (аносмия) отмечается не только при поражении обонятельных центров, но и при опухолях *лобных* долей, особенно располагающихся близко к их основанию. Следовательно, рассеянные клетки мозгового

конца запахового анализатора у человека находятся и в лобных долях. Понижение обонятельной чувствительности отмечено при проникающих ранениях височной области черепа.

По данным Мозжухина, расстройства обоняния имелись у всех черепномозговых раненых независимо от локализации ранения. Наибольшая частота этих расстройств падала на лобные и височные области, но имелись расстройства обоняния и при поражениях теменной и затылочной областей. Еще более показательным является факт резкого нарушения обоняния у контуженных. Понижение обоняния входит составной частью в общий комплекс корковых расстройств при воздушной контузии.

Этот факт показателен в том отношении, что при воздушной контузии имеется травма головного мозга более или менее общего характера, не ограничивающаяся локальным поражением какого-либо участка. При этом интересно отметить, что химическое раздражение носа у контуженных вызывало электрические потенциалы коры больших полушарий, но больные не испытывали никаких обонятельных ощущений.

Все эти факты свидетельствуют о том, что, во-первых, обонятельные ощущения возможны лишь при нормальной деятельности *коры* головного мозга (а при ее общем поражении исчезают) и, во-вторых, что в той или иной степени они осуществляются не только обонятельными центрами, но и другими областями коры, в которых, вероятно, находятся рассеянные клетки обонятельного анализатора.

Важно отметить, что расстройства обоняния могут носить двусторонний характер или односторонний. В случае воздушной контузии чаще имеет место двустороннее, нежели одностороннее поражение обоняния. Этот факт свидетельствует о тесной связи обонятельных корковых механизмов обоих полушарий головного мозга. Но наличие односторонних поражений обоняния (потеря чувствительности одной половины носа) также представляет собой важный факт. В данном случае подтверждается явление функционального неравенства в работе обонятельного анализатора, обе части которого развиты неравномерно, являются неодинаково развитыми при общем поражении мозга. Мы можем заключить, что и в отношении механизма обоняния корковый конец анализатора выполняет функцию высшего анализа, а именно анализа химических раздражителей, являющихся сигналами предметов внешнего мира. Механизм анализатора, ведущую роль в котором играет корковый конец, взаимодействует с механизмом временных связей, определяющим особенности развития абсолютной, а особенно различительной обонятельной чувствительности.

Общие черты обонятельных ощущений

Общими чертами обонятельных ощущений являются:

1. *Качество* обонятельного ощущения, отражающего индивидуальное своеобразие химического соединения (или отдельного химического элемента), являющегося сигналом того или иного предмета. С качеством обонятельного ощущения неразрывно связана его *предметность*, на что обращено внимание при исследовании и классификации ощущений запахов, поэтому ощущения запаха всегда в той или иной мере являются обонятельными ощущениями предмета внешнего мира.

2. *Интенсивность* или сила обонятельного ощущения, отражающая силу химического раздражения, воздействующего на обонятельный рецептор.

3. *Длительность* обонятельного ощущения, отражающего длительность химического раздражения.

4. *Пространственная определенность* обонятельного ощущения, отражающего *местоположение* источника запаха и *направления* движения летучих частиц вещества при раздражении обонятельного рецептора. Последнее важно подчеркнуть в связи с тем, что обоняние и у человека является одним из средств пространственной ориентировки в окружающей человека среде.

По отношению к обонятельным ощущениям важно отметить более выраженный, нежели в других внешних ощущениях, чувственный тон этих ощущений, заключающийся в переживании удовольствия или неудовольствия при ощущении «приятных» (ароматических) и «неприятных» (тошнотворных) запахов.

Абсолютные пороги обоняния

Абсолютная обонятельная чувствительность определяется величиной, обратно пропорциональной нижнему порогу обонятельного раздражения.

Иначе говоря, измерителем является *минимальная концентрация пахучего вещества, вызывающая у человека едва заметное ощущение.*

Исследования показали, что абсолютные пороги обоняния (имеются в виду нижние пороги) неодинаковы в отношении различных пахучих веществ. От *качества* этих веществ, т. е. их химической структуры, особенностей данного химического соединения, зависит *интенсивность* их воздействия на обонятельный анализатор человека. Поэтому следует считать, что универсального, общего для действия всех пахучих веществ нижнего порога не существует, но, напротив, количественные

соотношения запаха и обонятельного ощущения, интенсивности воздействия и интенсивности ощущения относительны к данному качеству химического раздражения.

Отсюда следует, что обонятельная абсолютная чувствительность к различным запахам различна у одного и того же человека. При замыкании новых временных связей с химическим раздражением последнее может стать ощущаемым. Благодаря упражнению в процессе практической деятельности, особенно при работе с изменением вещества, образуются новые абсолютные пороги обоняния: ранее не ощущавшиеся минимальные концентрации запахов становятся, таким образом, пороговыми.

Известно, что ориентировка животных по запахам во внешней среде достигает большого совершенства. Однако животные распознают *по запахам* только те тела и предметы, которые они потребляют. В ряде случаев запахи являются для них сигналом опасности, вызывая оборонительные рефлексы. В отношении таких запахов их обонятельные реакции достигают высокой тонкости и точности. Установлено, что их обонятельные реакции представляют собой форму простых условных рефлексов на химические раздражения внешней среды.

В силу приспособления животных к определенным жизненным условиям внешней среды диапазон подобных условных рефлексов на запахи у них строго ограничен этими условиями. Поэтому, например, у собаки очень тонкая дифференцировка запахов мясной пищи, но слабая чувствительность или полное отсутствие ее по отношению к растительным запахам, а тем более запахам парфюмерным. Лишь при условии специальной дрессировки собак-ищеек у них вырабатываются новые условные рефлексы на запахи, не имеющие для них непосредственного биологического значения.

У животных, питающихся растениями, напротив, развивается обонятельная реактивность на запахи растений, причем остальные запахи не оказывают на них активного действия.

В общем ясно, что у животных обоняние функционирует в однозначной зависимости от пищевого обмена, оно ограничивается условием пищевого обмена. Известным исключением из этого правила является то обстоятельство, что внутривидовые отношения между особями разного пола сопровождаются в определенный период сигнализацией запахов, т. е. обонятельные раздражения играют еще дополнительную роль в половом подборе.

Все это определяет *биологические границы* обоняния животных, избирательный характер их обонятельных реакций на определенные химические раздражители.

Принципиально иначе развивается обоняние у человека. Оно не ограничено лишь условиями пищевого обмена, к тому же у человека разнообразного и многостороннего (сочетание мясной и растительной пищи, натуральных и переработанных продуктов питания и т. д.). Запахи являются для человека признаками, сигналами изменения вещества в процессе переделки природы. Они являются признаками бесконечного числа предметов и явлений природы или вещей, создаваемых человеком посредством производства.

Поэтому с развитием производства и культуры круг запахов для человека прогрессивно расширяется, а диапазон его абсолютной чувствительности становится все более обширным и многообразным. В настоящее время подобные пороги установлены различными авторами по отношению к сотням запахов, причем все большее значение приобретают *искусственно* создаваемые запахи, воспроизводящие те или иные черты отдельных натуральных запахов или их смесей. Успехи химической промышленности создают все новые и новые возможности для развития абсолютной чувствительности человеческого обоняния. Еще большее значение, как увидим дальше, имеет развитие у человека *обонятельного различения.*

Итак, можно установить, что абсолютные пороги обоняния человека множественны, причем расширение диапазона обонятельной чувствительности практически безгранично. Множественность и разнокачественность порогов обоняния у человека показал еще в 1892 г. Савельев. Им установлено по отношению к действию 23 запахов, что каждый из них характеризуется своей особенной величиной минимальной концентрации пахучего вещества. Соответственно им установлено и 23 пороговых величины обонятельного раздражения. Пороговые концентрации водных растворов 23 пахучих веществ оказались резко отличными друг от друга, причем в такой степени, что если принять за единицу обонятельный порог для мятного масла, то для камфары порог будет равняться 320, а для иода — 640 единицам.

Последующие исследования уточнили количественную сторону подобных соотношений, но подтвердили общее положение о том, что интенсивность действия пахучего вещества определяется качеством или химической структурой этого вещества.

В новейших исследованиях учитывается молекулярный вес, количество вещества в 50 *куб. см* воздуха (приблизительно равного величине количества воздуха при отдельном вдохе), число молекул в 50 *куб. см* воздуха, причем все это берется по отношению к той минимальной концентрации вещества, которая является для человека пороговой. Установлено, что по-

роговые величины для человека вообще весьма и весьма ничтожны; они могут быть выражены в миллионных долях грамма, содержащихся в каждых 50 *куб. см* воздуха.

Едва заметное ощущение запаха скатола возникает при ничтожной концентрации в 2×10^{-11} *г* вещества, а нижний порог в отношении запаха этилмеркаптана равен величине еще меньшей — $2{,}2 \times 10^{-12}$ *г*.

Пороговые величины, выраженные в миллионных долях моля на литр, свидетельствуют о разнообразной, но в общем высокой обонятельной чувствительности человека к разным запахам. Наименьшие величины пороговых концентраций установлены для таких пахучих веществ, как ванилин ($3{,}3 \times 10^{-6}$), валериановая кислота ($9{,}8 \times 10^{-5}$), нониловая кислота ($1{,}26 \times 10^{-4}$), метиловый эфир антраниловой кислоты ($4{,}2 \times 10^{-5}$), а особенно тринитробутилтолуола ($1{,}7 \times 10^{-8}$). Наибольшие величины пороговых концентраций установлены для таких пахучих веществ, как терпинеол (1,17), гваякол (0,03) и др.

Следовательно, пороговые концентрации колеблются в очень широком диапазоне от сотых до миллионных долей моля. Характерно, что интенсивность действия разных веществ строго определена качеством этого вещества. Даже наиболее близкие по химической структуре пахучие вещества почти всегда характеризуются отличными друг от друга пороговыми концентрациями. Из этого важного факта следует, что в нижних порогах обоняния отражаются не только интенсивность воздействия, но и *качество* данного химического соединения.

Обонятельное различение

В основе различения, т. е. ощущения едва заметных различий между двумя малыми разностями раздражителей одного и того же качества, лежит, как указано выше, процесс дифференцировки условных рефлексов. Разностные, или различительные, пороги обоняния, как и разностные пороги вообще, являются величиной более или менее постоянной.

При исследовании обонятельного различения установлено, что это постоянство относительно к величине концентрации пахучего вещества. *Для слабых* и для *сильных* концентраций постоянная величина прироста раздражения своеобразна. Прирост обонятельных раздражений можно выразить в процентах, необходимых для изменения концентрации того же самого пахучего вещества, способного вызвать едва заметное ощущение различия. В отношении некоторых пахучих веществ установлено, что их разностный порог для слабых и сильных концентраций различен. Так, например, разностный порог для

слабых концентраций 1% гваякола выражается в 35% прироста к исходной концентрации, а для сильных концентраций — в 46%. Для 0,001% раствора диэтилсульфида в слабой концентрации разностный порог выражается в 30%, а для сильных концентраций — в 35%. В этих случаях сильные концентрации одного и того же пахучего вещества требуют *большей* величины прироста, нежели слабые, иначе говоря, в отношении этих веществ тонкость обоняния человека скорее большая при слабых концентрациях, нежели при сильных.

В других случаях, напротив, сильные концентрации пахучих веществ легче различаются, нежели слабые. Так, валериановая кислота характеризуется разностным порогом при большой концентрации в 45%, а при слабой концентрации — в 38%. То же отмечается в отношении терпинеола, где разностный порог для слабых концентраций выражается в 40%, а для больших концентраций — в 36%. В некоторых случаях разностные пороги тождественны для слабых и больших концентраций (нитробензол, пиридин, мускус и др.).

Все эти данные получены в отношении таких пахучих веществ, которые оказывают действие на обонятельные рецепторы и нервы, не возбуждая специфически тройничные нервы.

Возможно установить среднюю величину прироста раздражений при различении запахов в 38% как при слабых, так и при больших концентрациях. Однако эта величина изменяется в зависимости от характера практической деятельности человека. Малые разности концентрации бензиновых паров легко дифференцируются опытным шофером или автомехаником. Чрезвычайной тонкости обонятельного различения достигают работники химической и парфюмерной промышленности. В процессе специальной тренировки по противохимической обороне люди не только различают малые концентрации отравляющих веществ, но и определяют их местонахождение. Надо, однако, иметь в виду, что пахучие вещества воздействуют не только на обонятельный рецептор, но и на кожные рецепторы внутренних полостей носа, а также на окончания тройничного нерва. Взаимодействие разнообразных раздражений, возникающих при одновременном действии пахучего вещества на все эти рецепторы, осложняет собственно обонятельное ощущение данного запаха.

Сопряженные с обонянием ощущения

Для обонятельных ощущений ряда различных запахов характерны сопряженные с запахом качества. К таким качествам относятся: колющие и острые запахи, теплые или холодные запахи, сладкие или кислые запахи и т. д.

Подобные осложненные ощущения запахов возникают вследствие того, что многие из пахучих веществ действуют не только на обонятельные рецепторы, но и на другие рецепторы носа и глотки. При передаче вдыхаемого через нос потока воздуха раздражаются вкусовые рецепторы глотки.

Бронштейн подчеркивает, что «обонятельные ощущения вызываются главным образом высокомолекулярными и сравнительно малолетучими веществами».[6]

Другие пахучие вещества, например алифатические жирные кислоты, с небольшим числом атомов углерода вызывают наряду с обонятельными также тактильные и вкусовые ощущения. Едкий и щиплющий запах аммония ощущается таковым вследствие сопряженного раздражения обонятельных и кожно-болевых рецепторов носа. Запах ментола ощущается холодным или свежим вследствие сопряженного раздражения температурных рецепторов носа и т. д.

Скрамлик изучил действие 200 пахучих веществ и нашел, что около трети из них производят подобное комплексное раздражение. Так, среди ароматических алкоголей только тимол вызывает чисто обонятельное ощущение, а другие вызывают различные сопряженные ощущения: фенол — обонятельные и холодовые ощущения, фенилэтиловый спирт — обонятельные и тепловые ощущения, кирпичный спирт — обонятельные и тактильные ощущения.

Из ароматических эфиров гваякол, креозол, эвгенол и ванилин вызывают чисто обонятельные ощущения, а другие — также и сопряженные с ними ощущения. К ним относятся изосафрол, вызывающий обонятельно-вкусовое ощущение, сафрол и резорцинометиловый эфир, вызывающие обонятельные и холодовые ощущения, фенетол, действие которого вызывает обонятельные и тактильные ощущения. Подобные примеры могут быть умножены. Из этого следует, что пахучие вещества, т. е. химические соединения, оказывают сложное биологическое действие на совокупность различных рецепторов, связанных с различными деятельностями организмов.

Локализация запахов веществ

В научной литературе факт сопряженных с обонянием ощущений связывается с другим важным фактом — локализацией ощущаемых запахов пахучих веществ в пространстве.

Высказывается предположение о том, что «вещества с сильно добавочным болевым, тактильным или температур-

---

[6] А. И. Бронштейн. Вкус и обоняние, стр. 166.

ным действием на слизистую оболочку носа вызывают локализованные ощущения... Локализация чисто обонятельных веществ, не действующих на окончание тройничного нерва, — невозможна. Нюхая некоторые из них, не удается даже установить, попадают ли они в нос через правую или левую ноздрю».[7] Этот вывод Бронштейна совпадает с данными Скрамлика, который установил, что локализуемые раздражения производили сопряженные с обонянием ощущения, а чисто обонятельные ощущения сигнализировали о пространственном положении раздражения (т. е. с какой стороны пахучее вещество возбуждает обонятельный рецептор).

Несомненно, что комплексное раздражение ряда рецепторов носа облегчает возможность пространственной локализации ощущаемых запахов. Однако выводы Скрамлика и Бронштейна являются в такой категорической форме еще преждевременными. Дело в том, что и в области обоняния, так же как в области зрения, слуха и осязания, пространственная локализация раздражителя зависит от ряда факторов. Одним из них является *взаимодействие нервных процессов в обоих полушариях*. Такой сложный факт, каким является распознавание *местоположения* раздражителя в пространстве окружающей организм среды, не может быть результатом лишь тех процессов, которые возникают в *рецепторах*. Сложное взаимодействие нервных процессов в *мозговом конце данного анализатора* определяет и функциональное состояние рецептора.

Одним из выражений взаимодействия этих процессов является положительная индукция нервных процессов, при которой торможение одних частей коры головного мозга вызывает возбуждение других. При этом возникающий очаг возбуждения определяет ведущее значение той стороны тела или его части, которая регулируется данным корковым аппаратом. С такими фактами ведущего значения одного из глаз в бинокулярном зрении («ведущий глаз»), одного из ушей в бинауральном слухе («ведущее ухо»), одной из рук в бимануальном осязании («ведущая рука») мы уже встречались ранее. Имеется ли в области обоняния подобного рода закономерность?

Показателем образования ведущей стороны того или иного анализатора является наличие функционального неравенства правой и левой сторон данного рецептора. Для того чтобы утверждать невозможность локализации чисто обонятельных ощущений, необходимо предварительно доказать, что в подобных случаях не имело места функциональное неравенство сторон у исследованных людей.

---

[7] А. И. Бронштейн. Вкус и обоняние, стр. 165—166.

Факты показывают, что в области обоняния нельзя не считаться с явлением функционального неравенства или равенства в работе обеих сторон носа. Ранее указывалось также, что имеются связи проводников от левой и правой половин носа к обоим полушариям головного мозга. Поэтому большая или меньшая точность работы одной из ноздрей может быть показателем взаимодействия нервных процессов в обоих полушариях. В этой связи определенный интерес приобретают опыты с раздельным и совместным раздражением рецепторов обеих половин носа.

Нам уже известно, что для пространственной ориентировки вообще (в зрении, слухе, осязании, кинестезии) необходима умеренная *разность сигналов,* возбуждающих различные части мозгового конца анализатора. Поэтому функциональная асимметрия обоняния может рассматриваться как необходимое условие пространственно-обонятельного различения. Обонятельные ощущения, возникающие при изолированном раздражении одной ноздри, называются монориническими, а при раздражении обеих ноздрей — дириническими. Установлено, что дирипические ощущения характеризуются большей точностью и скоростью, нежели моноринические (односторонние). В ряде исследований обращено внимание, однако, на то, что у многих людей обоняние неодинаково развито с обеих сторон: при наличии ровного нормального состояния обеих сторон носа одна из сторон оказывается более чувствительной к запахам. Однако исследователи не ставили в связь явление функционального неравенства сторон обонятельного анализатора и факт локализации обонятельных ощущений. Подобная связь в действительности имеется подобно тому, как она имеется во всех остальных парных рецепторах.

В теории обоняния факт неравенства остроты обоняния обеих сторон носа был отмечен рядом авторов. В крупном экспериментальном исследовании Гамаюнов установил факт асимметрии порогов обонятельной чувствительности обеих половин носа. Им экспериментально доказано, что у *взрослых* (сравнительно с детьми) *острота обоняния выше* в левой половине носа. Левосторонняя асимметрия остроты обоняния установлена им у 71% обследованных взрослых, у 13% — отмечена правосторонняя асимметрия. Лишь в 16% случаев была отмечена симметрия, полное равенство остроты обоняния обеих половин носа.

Эти данные особенно интересны при сопоставлении их с данными исследования двусторонней остроты обоняния у детей. По этим данным все группы распределяются приблизительно равномерно, а именно: левосторонняя асимметрия

встречается у 35% детей, правосторонняя асимметрия — у 30%, а симметрия — у 35%.

Гамаюновым показано возрастание (вдвое) явлений асимметрии в обонянии у взрослых сравнительно с детьми.

Чем объясняет Гамаюнов наличие «ведущей» (левой) стороны обонятельного рецептора? Тем, что причиной подобной асимметрии является искривление носовой перегородки. Это искривление, по Гамаюнову, обусловливает то, что в разные половины носа попадает разное количество воздуха с пахучими веществами, а отсюда и разница в порогах обоняния для разных половин носа. Искривление носовой перегородки с возрастом, по сводке многих исследований, возрастает в огромной степени.

Гамаюнов утверждает, что у детей 5 лет прямая перегородка встречается у 90%, а у взрослых людей 30—40 лет уже не встречается вовсе. Гамаюнов однако не ставит вопроса, какова причина подобного «нормального» массового искривления носовой перегородки.

Данные показывают, что большая острота обоняния *левой* половиной носа имеет место не только при искривлении носовой перегородки (в 34 случаях), но и при равном строении обеих половин носа (в 83 случаях). Правосторонняя асимметрия имеет место не только при соответствующем искривлении носовой перегородки, но и при нормальном строении носа (в 34 случаях). Напротив, симметрия остроты обоняния встречается не только при равном соотношении в строении носовой перегородки (20 случаев).

Очевидно, что нет полного соответствия между симметрией и асимметрией строения носовой перегородки, с одной стороны, симметрией и асимметрией остроты обоняния, с другой.

В теории обоняния этому явлению сравнительной частоты левосторонней асимметрии было дано другое объяснение французскими исследователями Тулузом и Фашиде. Они объясняли это явление преобладанием у человека левого полушария головного мозга над правым. При этом они исходили из неверного представления о том, что чувствительные волокна обонятельного рецептора не перекрещиваются, вследствие чего под влиянием доминирования левого полушария левая половина носа превосходит правую. Это предположение неправильно уже потому, что передняя комиссура мозга, а именно ее фронтальная часть, соединяет между собой обонятельные луковицы и обонятельные тракты обеих сторон.

Все это приводится нами для того, чтобы подчеркнуть необходимость по-новому поставить проблему функциональной асимметрии в обонятельном различении.[8]

[8] См. об этом: Б. Г. Ананьев, Пространственное различение.

Взаимодействие обонятельных ощущений

Одной из особенностей обонятельных ощущений является их временная раздельность. Ранее было подчеркнуто, что воздействие пахучего вещества на обонятельный анализатор осуществляется не непрерывно, а прерывно, во время вдоха, при котором со струей воздуха в нос поступают пары пахучего вещества. Отдельные обонятельные ощущения сливаются в общий «образ» запаха благодаря *последовательному* взаимодействию (во времени) этих ощущений. Одновременное взаимодействие обонятельных ощущений имеет место лишь в известных условиях, когда, например, в лаборатории раздельно раздражаются обе половины носа различными запахами.

Савельев установил, что в этих условиях возникают такие явления, как чередование ощущений двух одновременно действующих разных запахов, а также подавление одного запаха другим. Так, при одновременном действии на правую и левую ноздрю запахов камфары и мятного масла камфара тормозит запах мятного масла, но при сочетании камфары с запахом можжевелового масла запах камфары тормозится последним. Подавление одного запаха другим в случае одновременного раздражения обеих сторон носа определяется большей интенсивностью одного из запахов.

В том случае, если интенсивность двух действующих запахов приблизительно равна, то происходит чередование обонятельных ощущений попеременно — то один, то другой запах является преобладающим (Савельев). В этом факте имеется явление, подобное борьбе полей зрения (при одновременных раздельных монокулярных раздражениях). Ранее было указано, что в основе борьбы полей зрения лежит взаимная индукция процессов возбуждения и торможения в коре головного мозга. Очевидно, что в основе борьбы обонятельных полей лежит тот же самый механизм. Подобное явление может возникнуть не только в специальных условиях лаборатории, но и в реальной жизни, когда человеку приходится распознавать запахи одновременно с разных сторон (слева и справа), раздражающие обонятельный рецептор. Взаимодействие одновременно протекающих обонятельных ощущений чаще возникает при воздействии на анализатор нескольких пахучих веществ, образующих комплексный раздражитель — смесь запахов. В случае приблизительно равной концентрации запахов, входящих в данную смесь, возникают раздельные ощущения от каждого из них, т. е. дробный анализ совершается более или менее точно.

В случае большей концентрации одного из веществ в данной смеси сильный запах относительно подавляет другой, сла-

бый по интенсивности запах. Иррадиация возбуждения от более сильного раздражителя тормозит анализ другого раздражителя, входящего частью в комплексный раздражитель.

Однако путем специального упражнения человек приучается различать в смеси и ее слабые компоненты, особенно если предварительно обоняние сенсибилизировалось по отношению к данному запаху, когда он действовал изолированно от смеси. Формой взаимодействия обонятельных ощущений является их взаимоослабление. Установлено, что в ряде комбинаций пахучих веществ имеет место подобное взаимоослабление или взаимоторможение, например, при одновременном вдыхании запахов перуанского бальзама и йодоформа, каучука и воска и т. д.

По аналогии с явлениями цветоощущения можно было бы говорить в данном случае о сходстве со смешением двух дополнительных запахов, в результате чего смесь становится ароматической.

Было бы, однако, неправильно думать, что взаимодействие обонятельных ощущений во всех случаях возникает по типу *смешения* запахов. Наряду со смешением запахов имеется явление слияния, сходное уже с явлениями звука и слуха.

Сочетание двух или нескольких запахов в ряде случаев вызывает ощущения качественно нового запаха, отличного от всех составляющих смесь пахучих веществ. На подобном смешении запахов основан эстетический эффект сложных парфюмерных запахов — «букетов запахов». В отличие от смешения запахов, при котором взаимно нейтрализуются запахи, а анализ отдельного запаха подчас становится невозможным, при слиянии запахов возможно выделение отдельного запаха из комплекса ароматического букета.

Составление ароматических букетов опытными парфюмерами основано на высоком развитии у них (в результате специальной деятельности) анализа и синтеза запахов. Как и у дегустаторов, у опытных мастеров-парфюмеров резко повышается уровень различительной чувствительности, возникает целая система представлений, обобщенных чувственных впечатлений о запахах, объединяемых *словом*.

Большую роль в повышении различительной чувствительности играет не только накопленный опыт различения запахов, но и теоретические (химико-технологические) знания о структуре пахучих веществ и их производстве.

Поэтому для суждения о закономерностях смешения и слияния запахов необходимо учитывать данные высокого развития обоняния у парфюмеров, химиков-технологов и других, на котором с особенной ясностью сказывается взаимодействие обеих сигнальных систем в культуре обоняния.

Кроме одновременного взаимодействия ощущений, в обонянии имеет место последовательное взаимодействие ощущений, осложненное прерывным характером нюхания (при вдохе). Последовательное (во времени) взаимодействие ощущений выступает в форме сенсибилизации.

Предшествующее упражнение на анализе определенного запаха повышает чувствительность человека при последующем ощущении данного запаха. Так, например, после предварительных упражнений величина порога раздражения кумарина снижается на 39%, величина порога на раздражение ванилином — на 44%, величина порога на раздражение гераниолом — на 48% и т. д. Последовательное взаимодействие однородных ощущений выражается в очень значительном повышении чувствительности к данному запаху.

Установлено вместе с тем, что сенсибилизация к данному определенному запаху имеет и более общее значение, так как она распространяется и на запахи, близкие по своей химической природе (т. е. относящиеся к тому же типу химических соединений). Так, сенсибилизация к запаху кумарина производит сдвиги и к чувствительности к сходным запахам гераниола и ванилина, а сенсибилизация к запаху гераниола повышает чувствительность к запаху кумарина (на 38%) и т. д. Наблюдается при этом сенсибилизация к запахам других пахучих веществ, но во много раз меньшая (например, при сенсибилизации к запаху кумарина пороги на гераниол снижаются на 31%, к ванилину — на 26%, а к запаху пиридина — лишь на 9%). Напротив, при сенсибилизации к запаху пиридина (46% снижения порогов реакции на пиридин) сенсибилизация к запаху кумарина выражается лишь в 19% и т. д.

Эти факты свидетельствуют об *избирательном* характере последовательного взаимодействия обонятельных ощущений, *отражающего химическую общность запахов.*

В последовательном взаимодействии ощущений скрывается также явление *контраста* запахов, обусловленного не только количественными различиями (величиной концентрации), но и качественными отличиями пахучих веществ друг от друга (их химической структурой). Трудность определенного решения вопроса о закономерностях контраста в обонянии связана с очень большой сложностью вопроса о классификации запахов, до настоящего времени не разрешенного в науке.[9]

Одной из особенностей последовательного взаимодействия обонятельных ощущений является эмоциональное воздействие

---

[9] Специально о классификации запахов см.: Вудвортс. Экспериментальная психология. М., ИЛ, 1950.

и последствия запаха, связанного с биохимическим воздействием пахучих веществ на центральную нервную систему, а через нее — на весь организм.

Взаимодействие запахов редко оставляет человека безразличным к запаховому раздражителю: запахи вызывают удовольствие или неудовольствие, даже отвращение («тошнотворные» запахи), эстетическое наслаждение ароматом или защитную реакцию на зловоние.

В области обоняния имеют место и следовые процессы, особенно при последовательном взаимодействии ощущений, а именно: так называемые последовательные образы запахов.

Установлен волнообразный характер последействия обонятельных ощущений, обусловленный фазностью протекания процессов возбуждения и торможения, их взаимной индукцией в обонятельном анализаторе.

Основой образования обонятельных представлений является дифференцировка условных рефлексов на запахи и их концентрации.

ГЛАВА XIII

ВКУСОВЫЕ ОЩУЩЕНИЯ

Пищевой обмен и вкусовые ощущения

Вкусовые ощущения, подобно ощущениям обонятельным, являются одним из видов хеморецепции. Раздражителями вкусовых ощущений (сладкого, кислого, соленого, горького) являются химические свойства потребляемых организмом пищевых веществ окружающей среды. В этом смысле вкусовые ощущения не только связаны с ощущениями обонятельными, но и в большинстве случаев имеют общий с ними предмет отражения.

Но если по *предмету отражения* (химическим свойствам пищевых веществ) вкусовые ощущения наиболее связаны с обонянием, то по *способу отражения* вкусовые ощущения неразрывно связаны с разнообразными видами кожной чувствительности (особенно тактильной и температурной), с одной стороны, внутренностными ощущениями, с другой стороны.

Ранее было приведено предположение Ухтомского о том, что вкусовая рецепция является более ранним видом хеморецепции, нежели обоняние, что вкусовая рецепция предшествует в истории жизни возникновению обонятельной чувствительности. Вкусовому анализу пищевых веществ, прежде чем они соприкасаются непосредственно с полостью рта и расположенным в ней вкусовым рецептором, предшествует распознавание этих предметов на расстоянии по другим, невкусовым признакам (запахам, видимой форме, звукам и т. д.). Условнорефлекторные, временные связи организма с этими непищевыми свойствами пищевых веществ оказывают решающее действие на настройку вкусовых рецепторов, на уровень их чувствительности к основным вкусовым качествам пищевых веществ.

Расширение и обогащение вкуса человека объясняется указанными ранее условнорефлекторными связями вкусового анализатора с работой других анализаторов внешней и внутренней среды под влиянием общественного производства средств потребления и самого процесса потребления.

Изучение вкусовых ощущений было поставлено на научную основу лишь Павловым. До Павлова ни в физиологии органов чувств, ни в психологии даже не ставился вопрос о том, какую роль в жизнедеятельности выполняет вкус, в чем заключается его биологическая необходимость. Поэтому в научной литературе сложилась традиция истолкования вкусовой рецепции в качестве низшего вида чувствительности, постепенно отмирающего по мере биологического прогресса. Эта ложная традиция нашла свое отражение и в практике лечебного питания и организации питания вообще, где уделялось большое внимание питательности (калорийности пищи), но недооценивалось значение вкусовых качеств («вкусности») пищи.

Сокрушительный удар по этим вредным взглядам Павлов впервые нанес своими открытиями в области физиологии пищеварения.

Зависимость организма от условий существования во внешней среде раскрывается в самом коренном факте животного существования — в процессе пищеварения. В лекциях о работе главных пищеварительных желез И. П. Павлов писал: «Объект пищеварения — пища — находится вне тела во внешнем мире».[1] Она должна быть доставлена в организм «целым рядом деятельностей организма», прежде чем она будет переварена и превратится в вещество самого организма. «Соответственно этому одновременное раздражение пищей различных органов чувств: зрения, слуха, обоняния и вкуса, особенно последних, так как деятельность их связана с нахождением пищи поблизости или уже в сфере организма, — является вернейшим и сильнейшим ударом по секреторным нервам желез. Страстным инстинктом еды настойчивая и неустанная природа связала искание, добывание еды с началом ее обработки в организме».[2] Павлов установил исключительную роль аппетита («страстного желания еды») в общем цикле процесса пищеварения. Так, внутренний процесс пищеварения был поставлен Павловым в причинную зависимость от приспособления организма к внешней среде и процесса еды (как *начала* обработки пищи в организме). К этому выводу

---

[1] И. П. Павлов. Собр. соч., 2-е изд., т. II, кн. 2, стр. 104.
[2] Там же.

Павлов пришел на основании своих, ставших всемирно известными, опытов с мнимым кормлением.

В 1889 г. Павлов (совместно с Шумовой-Симановской) сделал собаке, уже имевшей обыкновенную желудочную фистулу (по которой наружу вытекал желудочный сок), операцию эзофаготомии (перерезка пищевода на шее и приживление врозь по углам раны концов его). Эта операция анатомически отделяла ротовую полость от полости желудка. После операции такие животные кормились вкладыванием пищи прямо в желудок. В опытах же с мнимым кормлением собаке давали есть предлагаемую пищу, но переваривать пищу собаке уже не приходилось, так как все съедаемое собакой мясо выпадало обратно из верхнего конца пищевода. Этот способ обеспечивал взаимообособление акта еды и процесса пищеварения, а тем самым выяснение роли акта еды для процесса пищеварения. Опыты показали, что через 5 *мин* после мнимого кормления появляется совершенно чистый желудочный сок, несмотря на отсутствие пищи в самом пищеварительном аппарате. Павлов объяснил это удивительное явление возбуждающим действием нервов на пищеварительные железы. При перерезке нервов вытекание желудочного сока постепенно уменьшалось, затем прекращалось вовсе.

Установив важную роль акта еды, Павлов и его сотрудники видоизменяли опыты с мнимым кормлением с целью выявить особенности этого акта в зависимости от характера пищи. Продолжительно голодавшее животное выделяет обильное количество желудочного сока при поедании *любой* пищи (мяса вареного и сырого, хлеба, вареного белка и т. д.). Между тем собака, не голодавшая подобно первой, «будет резко различать между перечисленными сортами еды, может одно есть с большой жадностью, другое вяло, а то и совсем не есть, и соответственно с этим так же резко будет колебаться и количество и качество отделяемого сока. Чем жаднее собака ест, тем сока выделяется больше и с гораздо большей переваривающей способностью».[3]

Заключая характеристику явлений мнимого кормления, Павлов писал: «...Мы считаем себя вправе сказать, что аппетит есть первый и сильнейший раздражитель секреторных нервов желудочных желез, есть то, что при мнимом кормлении наших собак обусловливает истечение из совершенно пустого желудка многих сотен кубических сантиметров энергичнейшего желудочного сока. Сильный аппетит при еде — значит обильное отделение с самого начала еды сильного сока, нет аппетита, нет и этого начального сока; возвратить аппетит

---

[3] Там же, стр. 103.

человеку — значит дать ему большую порцию хорошего сока в начале еды».[4]

В последующих трудах по физиологии высшей нервной деятельности Павлов открыл материальную *условнорефлекторную природу* аппетита, прежде трактовавшуюся им как «страстное желание есть». Но уже в своих работах по физиологии пищеварения Павлов склонялся к трактовке аппетита как сложного рефлекса, как сложного явления нервной деятельности. В связи с этим зародившимся *рефлекторным* пониманием аппетита как избирательного отношения организма к пище в процессе еды Павлов пришел к установлению зависимости аппетита от *возбуждения вкусового аппарата.*

«Общеизвестен факт, — писал Павлов, — что человек, сначала равнодушно относящийся к обычной еде, начинает ее есть с удовольствием, если предварительно раздразнит свой вкус чем-нибудь резким — пикантным, как говорят». Нужно, следовательно, «затронуть» вкусовой аппарат, привести его в движение для того, чтобы дальше деятельность его поддерживалась менее сильными раздражителями. Понятно, для человека, чувствующего голод, такие экстренные меры не нужны, и достаточно приятного само по себе удовлетворения голода; недаром говорится, что голод — лучший повар. Однако и тут все дело в степени: *известный вкус еды необходим для всех* людей и даже для животных. «... Таким образом, *присутствие в еде известных вкусовых веществ является общей потребностью,* хотя, конечно, в частности, вкусы представляются крайне различными у различных людей»[5] (курсив наш. — *Б. А.*).

Таким образом, столь важный для пищеварения аппетит связан с возбуждением вкусового аппарата, которое имеет место в *акте еды.* Павлов отмечал, что горькие, кислые, сладкие, соленые вкусовые качества пищевых веществ выполняют разную биологическую роль в образовании аппетита и протекании процесса пищеварения.

Вкусовой анализ пищевых веществ является, следовательно, исходным моментом аппетита и всего процесса пищеварения. В этом заключается исключительно важная биологическая роль вкуса. О важности этой роли можно судить и по тому, где нарушается нормальное состояние пищеварения, а с ними — аппетита и вкусовой чувствительности.

«Человек, страдающий расстройством пищеварения, — писал Павлов, — вместе с тем представляет случай притупленного вкуса или известного вкусового индифферентизма.

---

[4] И. П. Павлов. Собр. соч., 2-е изд., т. II, кн. 2, стр. 105.
[5] Там же, стр. 177.

Обыкновенная еда, приятная другим и ему в здоровом состоянии, теперь оказывается безвкусной и не только не возбуждающей желания есть, а скорее вызывающей отвращение; у человека как бы исчезает или извращается мир вкусовых ощущений. Требуется энергичный удар по вкусовому аппарату для того, чтобы могли ожить сильные и нормальные вкусовые ощущения».[6]

Итак, можно сказать, что только со времени классических лекций Павлова по физиологии главнейших пищеварительных желез выяснилось биологическое значение вкусовых ощущений для нормального осуществления человеческой жизни, поскольку деятельность вкусового аппарата является источником аппетита, а аппетит — началом нормального процесса пищеварения. Но этим еще не исчерпывается биологическая природа вкуса. Дело в том, что вкусовой анализатор, тесно связанный с работой других анализаторов в общей системе корковой деятельности, выполняет важную роль в *пищевом обмене организма с окружающей средой*. Проблеме пищевого обмена и его нервной *условнорефлекторной регуляции* Павлов уделил исключительное внимание. Характерно, что знаменитую нобелевскую речь (12 декабря 1904 г.) он начал с характеристики значения пищевого обмена в жизни человека.

«Недаром над всеми явлениями человеческой жизни, — говорил Павлов, — господствует забота о насущном хлебе. Он представляет ту древнейшую связь, которая соединяет все живые существа, в том числе и человека, со всей остальной окружающей их природой. Пища, которая попадает в организм и здесь изменяется, распадается, вступает в новые комбинации и вновь распадается, олицетворяет собой жизненный процесс во всем его объеме...»[7]

В этой речи Павлов вновь подчеркнул, что «одна и та же пища действует совершенно различно как раздражитель желез в зависимости от того, съедена ли она животным с жадностью или животное съело ее неохотно, по приказу. Постоянное явление вообще следующее: каждая пища, съеденная собакой при этом опыте, лишь действует как сильный раздражитель, когда она ей по вкусу».[8]

В процессе нервной регуляции пищевого обмена у высших животных вовлекаются, помимо вкусового аппарата, и многие другие анализаторы. В нобелевской речи Павлова уже ясно сформулировано положение о том, что «каждая подробность окружающих предметов является новым раздражителем».[9]

---

[6] Там же, стр. 183.
[7] Там же, стр. 347.
[8] Там же, стр. 360.
[9] Там же, стр. 363.

Эти действующие на расстоянии раздражители вызывают условные рефлексы, возникающие на основе безусловных пищевых рефлексов.

Важно, однако, иметь в виду, что «в основе каждого условного рефлекса, т. е. раздражение сигнальными признаками объекта, лежит безусловный рефлекс, т. е. раздражение при помощи *существенных признаков объекта*[10] (курсив наш. — *Б. А.*). Этими существенными признаками предмета в процессе пищевого обмена являются питательные и вкусовые качества пищевых веществ, которые сигнализируются животному организму и человеку множеством физических (цвет, звук, форма и т. д.) и химических (запах) признаков, действующих на расстоянии. Как подчеркивал Павлов, а затем Быков, безусловные и условные рефлексы настолько взаимопроникают друг друга, что их невозможно обособить и противопоставить. Взаимодействие постоянных и временных связей организма в процессе пищевого обмена определяет развитие вкусового аппарата.

Следовательно, биологическая природа вкуса заключается не только в том, что вкусовые ощущения являются источником аппетита, но и в том, что они составляют важный момент пищевого обмена организма с внешней средой.

Недооценка роли функций вкусового анализатора в жизнедеятельности человека противоречит не только павловскому пониманию корковой регуляции пищеварения, но и общебиологической теории Павлова. Для наших целей здесь особенно важно подчеркнуть положение этой теории о смене постоянных связей на временные в биологической эволюции *пищевого обмена*, а также положение о том, что временные связи являются связями с отдаленными, действующими на расстоянии признаками пищевых веществ.

Биологическая эволюция пищевого обмена определила собой и качественное изменение деятельности вкусового аппарата.

Благодаря *комплексному* действию всех качеств пищевых веществ (предметов внешнего мира, являющихся предметами потребления) работа вкусового анализатора человека связывается со многими, если не со всеми анализаторами внешней и внутренней среды. Общественная жизнь людей и производство средств потребления создали новые условия для пищевого обмена, а вместе с тем многообразного и своеобразного развития вкусовой чувствительности человека.

Вкусовые ощущения являются существенным моментом корковой регуляции внутренней среды организма, они являются важным показателем здоровья человека. При различных

---

[10] И. П. Павлов. Собр. соч., 2-е изд., т. II, кн. 2, стр. 365.

заболеваниях пищеварительного, дыхательного и других аппаратов внутренней среды человека так или иначе поражается и вкусовая чувствительность человека.

Поэтому вкусовые ощущения являются не только отражением определенных химических свойств пищевых веществ, но и состояний внутренней среды организма.

Химическая структура вкусовых веществ и вкусовые ощущения

Вкусовые ощущения отражают природу пищевых объектов, которые их вызывают при действии на вкусовой анализатор.

Материальная причина вкусовых ощущений подобно обонятельным лежит в определенной химической структуре внешних тел, воздействующих на вкусовые рецепторы .

Подобно запахам, вкусовые раздражители являются индивидуальными свойствами химических соединений.

До настоящего времени еще недостаточно изучена причинная зависимость всех вкусовых ощущений и их взаимодействие от различной химической структуры вкусовых веществ. Но в отношении некоторых вкусовых веществ и ощущений уже установлена однозначная связь.[11] Например, установлено точно, что дизассоциированные неорганические и органические кислоты и кислые соли обладают кислым вкусом, а глюкоза, сахароза, галактоза, молочный сахар — сладким вкусом. Бронштейн выделяет *группу веществ, схожих между собой по строению и вкусу*, к которой он относит некоторые из оптических изомеров. Одинаковым сладким вкусом обладают *d*- и *l*-аланин; горьким вкусом обладают *о*-, *m*- и *р*-нитрокоричные кислоты и т. д. Многие гомологи имеют сходный вкус (горькими являются формамид, ацетамид, пропионамид). Введение галоидов в соединение алифатического ряда придает этим соединениям сладкий вкус (например, хлороформ). Присоединение нитрильной группы может быть связано с появлением горького вкуса независимо от присоединения ее к кислороду, азоту или углероду и т. д.

Но известны не только однозначные связи между химической структурой веществ и вкусовыми ощущениями. В отношении многих веществ и вкусовых ощущений, напротив, установлено, что разными вкусами могут обладать группы веществ, родственных по своему химическому строению, или, напротив, сходным вкусом могут обладать вещества разной химической структуры.

По отношению ко многим соединениям можно сказать, что

[11] См. подробнее о химической структуре вкусовых веществ у А. И. Бронштейна «Вкус и обоняние» (гл. III).

однозначная зависимость вкусовых ощущений от их структуры еще не установлена вследствие малой изученности их действия на организм в определенных условиях. Но отсутствие однозначных связей еще не означает отсутствия *сложных*, многозначных причинных зависимостей вкусовых ощущений от природы химических соединений.

Сама по себе взятая группа тех или иных веществ может и не обладать сходным вкусом, но присоединение ее к определенным химическим соединениям может вызвать определенные вкусовые ощущения. Кроме того, родственные по химическому строению группы веществ, обладающие разным вкусом, представляют собой не случайный, а закономерно изменяющийся ряд сложных явлений, сопровождающихся постепенным изменением вкусовых качеств. Остановимся на примере, типичном для группы сходных по химическому строению, но различных по вкусу веществ, которыми Бронштейн считает вкус стереоизомеров, например аминокислот. Бронштейн указывает, что *d*-валин имеет слабый горьковато-сладкий вкус; *l*-валин и *d*-лейцин обладают отчетливо сладким вкусом, в то время как *l*-лейцин горьковат, а *l*-аспарагин безвкусен. Нетрудно заметить на этом примере, что имеется определенная закономерность в изменении вкусовых качеств этих различных аминокислот. Изменения колеблются от сладкого к горькому вкусу, но отнюдь не к любому другому вкусовому качеству.

Установлено, что в восходящих гомологических рядах вкус соединений вообще изменяется от сладкого к горькому, а в конце концов вкус исчезает с уменьшением растворимости соединений. Сложный характер зависимостей вкусовых ощущений от структуры химических соединений определяется многими причинами. Имеет значение характер цепей (связей) в химических соединениях. *Разветвленность цепей* уменьшает сладкий вкус и усиливает горький вкус. Важное значение имеет положение в бензольном кольце. Сходным вкусом обладают *o*- и *p*-изомеры, а *m*-изомеры имеют *отличный* от них вкус. Установлено, что вообще вкус определяется не только наличием определенных химических групп, но и их пространственным расположением в химическом соединении. Имеет значение количество групп в молекуле. Наличие трех нитрогрупп в молекуле придает веществу отчетливый горький вкус, уменьшение числа нитрогрупп до двух в молекуле ослабляет горький вкус, а наличие одной нитрогруппы в молекуле придает веществу уже сладкий вкус. Имеет значение и величина самой молекулы. Более отчетливый вкус приобретает вещество при вхождении некоторых групп в малые молекулы. В составе больших молекул влияние группы на образование вкусовых качеств сказывается не так отчетливо.

Тяжелые катионы и анионы обладают преимущественно горьким вкусом; соли с небольшим или средним молекулярным весом имеют соленый вкус, а соли с большим атомным весом — горький и т. д.

Можно поэтому считать, что вкусовые качества химических соединений определяются *совокупностью* многих условий, определяющих характер химических соединений. Важно отметить, что качество сложных химических реакций как особенной формы движения материи составляет «природу начал» вкусовых ощущений. Эта (химическая) форма движения материи имеет место и при взаимодействии вкусового рецептора как органа животного тела с той или иной химической структурой вкусового вещества. Установлено, что выделяемая при раздражении ротовой полости слюна оказывает химическое влияние на находящееся во рту вещество, т. е. химическая реакция развивается и в самом вкусовом рецепторе. Лишь благодаря этому дальнейшему развитию химических реакций во вкусовом рецепторе энергия внешнего раздражения превращается в нервный процесс. Важными условиями этого превращения являются такие физические свойства вещества и организма, их обрабатывающего, какими являются *растворимость и поглощение* (адсорбция).

Вкусовые вещества оказывают свое воздействие на вкусовой рецептор только в том случае, если они растворены или растворимы в воде. Слюна является основным растворителем сухих веществ, раздражающих полость рта, способствуя возбуждению вкусовых рецепторов. Воздействие на полость рта едких кислот или щелочей понижает концентрацию их растворов и уменьшает степень их действия на рецепторы.

Поглощение вкусового вещества вкусовыми рецепторами имеет весьма важное значение. Особое значение в этом поглощении имеет различная проницаемость поверхности клеток вкусовых рецепторов, а также внутриклеточная жидкость. Имеет место также образование разности потенциалов между протоплазмой клеток и окружающей средой.

Основой возбуждения вкусового анализатора определенными веществами являются физико-химические процессы, происходящие в самом организме под влиянием физико-химических воздействий внешней среды.

Изменения внутренней среды организма и вкусовые ощущения

Потребление веществ в процессе еды изменяет состояние внутренней среды организма. Непосредственно изменяется состояние пищеварительного аппарата, представляющего

сложную систему органов и функций. Процесс еды «переводит значительную часть принятой пищи в растворимое или полужидкое состояние, чем дается возможность проявиться *химическим свойствам пищевой массы»*[12] (курсив наш. — *Б. А.*). Как на это указывал Павлов, деятельность пищеварительных желез видоизменяется и направляется сообразно свойствам выделенных пищевых веществ. Это положение можно показать на примере работы поджелудочной железы. Для каждого сорта пищи (мясной, хлебной, молочной и т. д.) установлено своеобразное количество выделяемого этой железой сока. Закономерно связывается с характером введенной пищи отношение ферментов сока. Павлов писал, что «для каждой еды свой сок по ферментам: по белковому ферменту самый сильный — молочный сок, затем идут хлебный и мясной; по крахмальному — самый сильный хлебный и очень сильный — молочный, мясной занимает среднее положение. В последних случаях приспособление очевидно без дальнейших расследований; для еды с крахмалом усилен крахмальный фермент, для еды с жиром — жировой фермент».[13] Все пищеварительные железы приспособляются в своей деятельности к химическому составу пищи. Ведущую роль в этом приспособлении играет условнорефлекторная деятельность коры головного мозга. Выделения пищеварительных желез влияют на химический состав крови, а также на обмен веществ между тканями и органами тела и т. д. Происходящие во внутренней среде изменения являются раздражителями многочисленных и разнообразных рецепторов, расположенных на внутренней поверхности всех внутренних органов, в том числе и пищеварительных.

Вкусовые ощущения всегда зависят от общего состояния голодания или сытости, изменяясь соответственно этому состоянию. Еще в работах по физиологии пищеварения Павлов отмечал, что в состоянии голода животное значительно меньше проявляет *избирательную* реакцию в отношении пищевых веществ, нежели в состоянии относительной сытости. Возбудимость вкусовых рецепторов протекает в особенных условиях при переходе от голодного состояния к сытому и наоборот.

Это положение в отношении человека экспериментально установил в нашей лаборатории Гусев. Он обнаружил повышение чувствительности к сладкому с ростом голодания. Имеющие место при голодании изменения углеводного обмена определяют эти изменения чувствительности к сладкому. Имеются некоторые изменения в чувствительности к соленому, когда обнаруживаются определенные сдвиги в минеральном

---

[12] И. П. Павлов. Собр. соч., 2-е изд., т. III, кн. 2, стр. 172.
[13] Там же, стр. 60.

обмене внутри организма (в связи с недостатком или избытком солей в организме). Чувствительность к горькому и кислому существенно не изменяется при кратковременном голодании.

Из опыта Гусева следует, что вкусовой анализатор отражает общее состояние внутренней среды в ее нормальных колебаниях от сытости к голоданию, от голодания к сытости.

Особенно резко сказывается зависимость состояния вкусового анализатора от внутренней среды (через интероцептор в кору головного мозга) при нарушениях нормального хода пищеварения и других процессов во внутренней среде. Гусев установил резкие нарушения вкусовых ощущений при заболевании язвой двенадцатиперстной кишки, причем ранние и поздние стадии этого заболевания характеризуются различными сдвигами вкусовой чувствительности, особенно к кислому и горькому вкусам. В научной литературе описаны случаи снижения чувствительности к сладкому при диабете (сахарной болезни). Разнообразные нарушения вкуса обнаружены при туберкулезе легких, верхних дыхательных путей и языка. В этих случаях нередко наблюдается извращение вкусовых ощущений (например, раствор сладкого вещества ощущается кислым или соленым). При заболевании печени, почек, различных желез внутренней секреции отмечены различные нарушения вкусовых ощущений. Изменения в процессе заболевания отражаются на сдвигах вкусовой чувствительности этих больных. При излечении больных от язвенной болезни, туберкулеза и других вкусовая чувствительность нормализируется.

Все эти факты свидетельствуют о том, что *вкусовые ощущения отражают не только определенные химические свойства потребляемых веществ, но и общее состояние внутренней среды организма.* Иначе говоря, вкусовые ощущения довольно тонко отражают взаимодействие внешней и внутренней среды организма. В связи с этим особенно важно выяснить механизмы, которые связывают вкусовые ощущения с ощущениями внутренностными. Эти механизмы заключены в функциях вкусового анализатора и его взаимодействии с анализаторами внутренней среды организма.

Вкусовые рецепторы

Органы вкуса человека (густорецепторы) расположены в полости рта, где «у входа в кишечную трубку они обследуют качество пищи. Подобное расположение типично лишь для млекопитающих, которые являются единственными позвоноч-

ными, разжевывающими пищу».[14] Развитие ротовой полости тесно связано с общей эволюцией приспособления животных организмов к среде, особенно их пищеварительного тракта. Пищеварительную трубку разделяют на три отдела: вводный отдел, в котором происходит захват, пережевывание и продвижение пищи внутрь организма, средний отдел, где пища химически перерабатывается и всасывается, и выводной отдел, удаляющий отбросы пищеварения наружу. Вводный отдел состоит именно из рта и его вспомогательных органов, глотки и пищевода. Расположенные преимущественно на спинке языка, органы вкуса тесно связаны с процессами, происходящими в ротовой полости вообще. Они производят первичный анализ вкусовых веществ, но вместе с тем анализ и тех процессов, которые происходят в ротовой полости в связи с захватыванием, пережевыванием и продвижением пищи в глотку и пищевод. Вкусовой анализатор является химическим анализатором потому, что он отражает химическую природу вкусовых веществ. Но он же является анализатором «ротовым», поскольку отражает изменение функционального состояния ротовой полости в процессе потребления. Ротовая полость состоит из ряда взаимосвязанных органов. К ним относится ротовая щель, ограниченная подвижными участками кожи, выстланными изнутри слизистой оболочкой (губами). Ранее было указано, что губы характеризуются высокой тактильной и температурной чувствительностью, что имеет большое приспособительное значение для процесса потребления. В толще губ находится круговая мышца рта, рефлекторно суживающая рот, а также выпячивающая губы наружу. За ротовой щелью начинается ротовая полость, с боков ограниченная щеками, а изнутри и сзади — зубами и деснами. Дно ротовой полости выстлано слизистой оболочкой, которая переходит на нижнюю поверхность языка, образуя складку, т. е. уздечку языка. Дно ротовой полости занимает язык, на спинке которого расположены в числе разнообразных других рецепторов (кожно-механических, температурных, болевых, кинестетических) специальные органы вкуса.

Чрезвычайную роль в общей системе деятельности органов ротовой полости играют слюнные железы и различные мышцы. В ротовой полости человека имеются три пары основных слюнных желез. Первая из пар слюнных желез находится у углов челюсти, вблизи верхних коренных зубов. Эти железы выделяют слюну через протоки на внутренних поверхностях обеих щек. Подъязычные и подчелюстные слюнные железы выделяют слюну через общий проток, находящийся под языком.

[14] М. А. Гремяцкий. Анатомия человека, стр. 529.

Слюнные железы отличаются друг от друга не только расположением, но и различным составом слюны: *жидкая* слюна околоушных желез содержит в себе много ферментов, слюна же двух других пар желез является вязкой. Многие другие мелкие слюнные железы находятся в корнях языка, передней поверхности мягкого нёба, в самом языке.

Общая нервная регуляция слюнных желез обеспечивает приспособление их к составу раздражающих ротовую полость веществ. Общая закономерность, установленная Павловым, заключается в том, что количество слюны увеличивается при сухой пище, уменьшается при пище жидкой. Чем больше воды в данном пищевом продукте, тем меньше выделяется слюны, которая необходима именно для *растворения* попадающей в рот пищи. Эти приспособительные реакции слюнных желез являются типичными безусловными рефлексами, при раздражении полости рта безусловными пищевыми раздражителями.

Но еще в своих классических работах по физиологии главных пищеварительных желез Павлов установил, что подобные приспособления имеют место и при действии вида пищи, а также любого внешнего сигнала, так или иначе связывающегося с пищевым объектом. Слюноотделение при действии этих *условных* раздражителей носит строго закономерный характер, точно соответствующий составу той пищи, которая сигнализируется связанными с нею условными раздражителями. У человека наиболее обобщенным условным сигналом, вызывающим деятельность слюнных желез, является слово, обозначающее пищу, или действие с нею. Посредством механизма временных связей в рефлекторной деятельности больших полушарий работа слюнных желез связывается с любыми внешними раздражителями, имеющими то или иное отношение к пищевому обмену. Безусловные и условные рефлексы слюнных желез играют исключительную роль в возбуждении вкусовых рецепторов. Благодаря деятельности этих желез происходит *растворение* раздражающих ротовую полость веществ, что является важнейшим условием их действия на вкусовые рецепторы.

Понижение концентрации растворов едких кислот или щелочей происходит благодаря интенсивно выделяющейся при этом слюне. Многообразие вкусовых ощущений при последовательной смене вкусовых раздражений происходит благодаря смыванию слюной остатков ранее воздействовавших пищевых веществ и т. д.

Рефлекторный механизм деятельности слюнных желез и различная физико-химическая природа выделяемых слюнными железами секретов составляют поэтому одно из важнейших условий возбуждения вкусовых рецепторов.

Другим важнейшим условием является рефлекторная деятельность самого языка, а именно его движения. Известно, что чрезвычайная подвижность языка человека весьма существенна для артикуляции многих согласных звуков. Не менее важна эта подвижность языка при захватывании, удерживании и размельчении твердой пищи и поглощении жидкой пищи. Область распространения по вкусовым рецепторам растворяемой или растворенной пищи во многом зависит от движений языка, т. е. перемещения пищи в полости рта. От этих движений зависит также и масса раздражений, возбуждающих вкусовые рецепторы. Следовательно, *площадь и сила раздражения* вкусовых рецепторов во многом зависят от рефлекторных движений языка. Как показывают исследования, движения языка способствуют более отчетливому и точному распознаванию ощущаемых вкусовых веществ. Дело в том, что вкусовые рецепторы расположены неравномерно по всей поверхности спинки языка. Большинство из них находится в *складках* слизистой оболочки (желобков и борозд), куда вкусовые вещества попадают благодаря своеобразному размазыванию пищи по всей поверхности языка посредством его движений. Подобно движению глазных мышц или акту принюхивания в процессе обоняния, движения языка обеспечивают *активность* вкусовых ощущений.

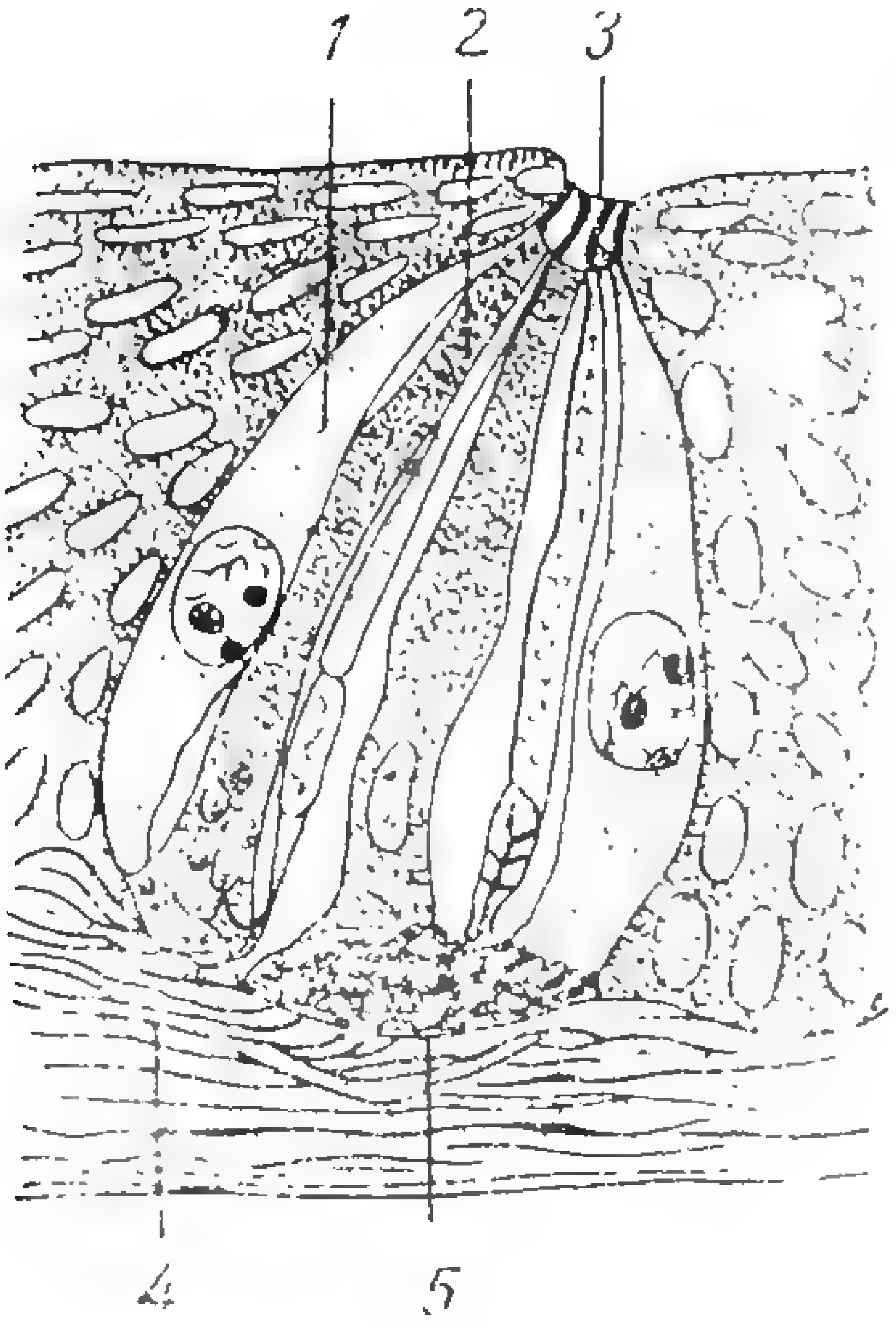

Рис. 26. Вкусовая почка.
1 — опорная клетка; *2* — вкусовая клетка; *3* — вкусовая пора; *4* — нервные волокна; *5* — базальная клетка.

Совокупность слюнных и двигательных рефлексов составляет условия деятельности самих вкусовых рецепторов при раздражении их химическими свойствами тех или иных вкусовых веществ. Основная масса вкусовых рецепторов расположена на поверхности языка. Но есть основание полагать, что вкусовые рецепторы расположены и на других участках слизистой оболочки полости рта. Об этом говорит факт сохранения вкусовой чувствительности к основным вкусовым раздражителям у больных Склифосовского, который произвел операцию полного иссечения языка у этих больных, страдающих раком языка.

Вкусовые рецепторы носят название вкусовых почек, в которых содержатся вкусовые чувствительные клетки (от 2 до 6 в каждой вкусовой почке). Общее число вкусовых почек у человека около 2000, главная масса которых расположена во вкусовых сосочках языка, а отдельные группы их встречаются на различных участках слизистой оболочки ротовой полости.

Вкусовая почка состоит из вкусовой коры, опорной клетки, вкусовых клеток, базальной клетки и нервных волокон (см. рис. 26).

Вкусовые сосочки, в которых расположены вкусовые почки, имеются трех видов: грибовидные, желобовидные и листовидные (см. рис. 27).

Наиболее часто встречаются вкусовые почки, расположенные на желобовидных сосочках.

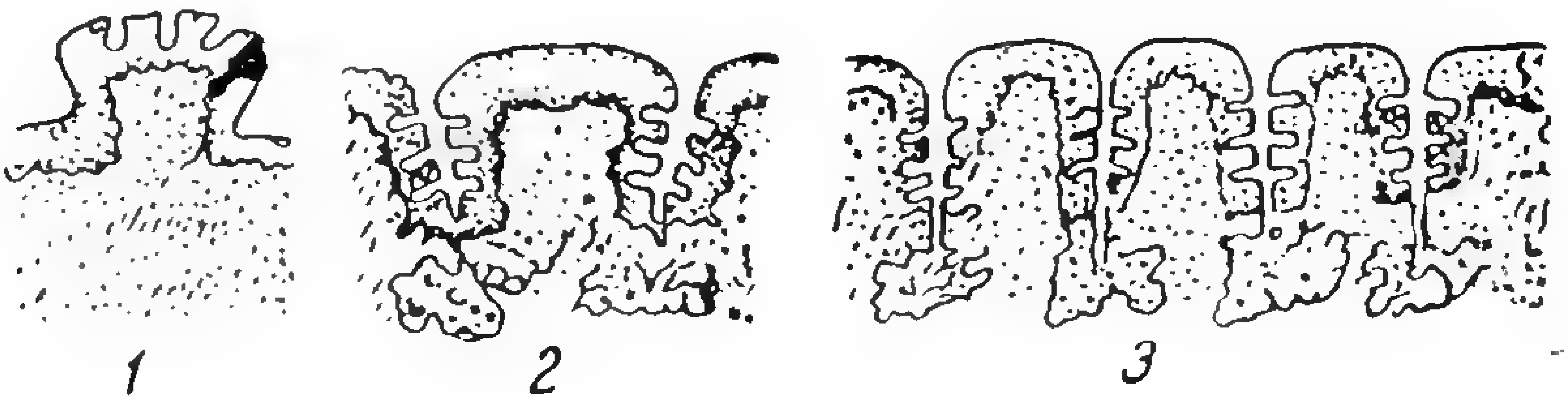

Рис. 27. Вкусовые сосочки.
1 — грибовидные; *2* — желобовидные; *3* — листовидные.

Вкусовые сосочки расположены неравномерно по слизистой оболочке спинки языка. Они группируются на кончике языка, боковых поверхностях, а также в задней половине спинки языка.

Есть основание полагать, что вкусовые почки специализированы, т. е. приспособлены к реакциям на различные вкусовые качества: сладкое, соленое, кислое, горькое. Поэтому неравномерность расположения в слизистой оболочке спинки языка вкусовых сосочков имеет значение и для понимания избирательного характера взаимодействия вкусовых почек и вкусовых веществ. Первоначально полагали, что существуют точно отграниченные вкусовые области на языке. Для сладкого вкуса такой областью намечался кончик языка, для кислого — край языка, а для горького — основание языка. Последующие исследования обнаружили значительно большую сложность пространственного расположения специальных вкусовых рецепторов. Серией исследований Киселева было установлено, что наиболее чувствительным к горьким веществам является задняя половина спинки языка. Но эта же область оказывается более чувствительной к остальным вкусовым ве-

ществам, хотя и не в такой степени. Высокой чувствительностью к сладким веществам обладает кончик языка, который, впрочем, является и областью высокой чувствительности к соленому. Большая концентрация рецепторов кислого вкуса обнаружена на краях языка, где, впрочем, обнаружена чувствительность к горькому, соленому, в меньшей степени — сладкому (см. рис. 28).

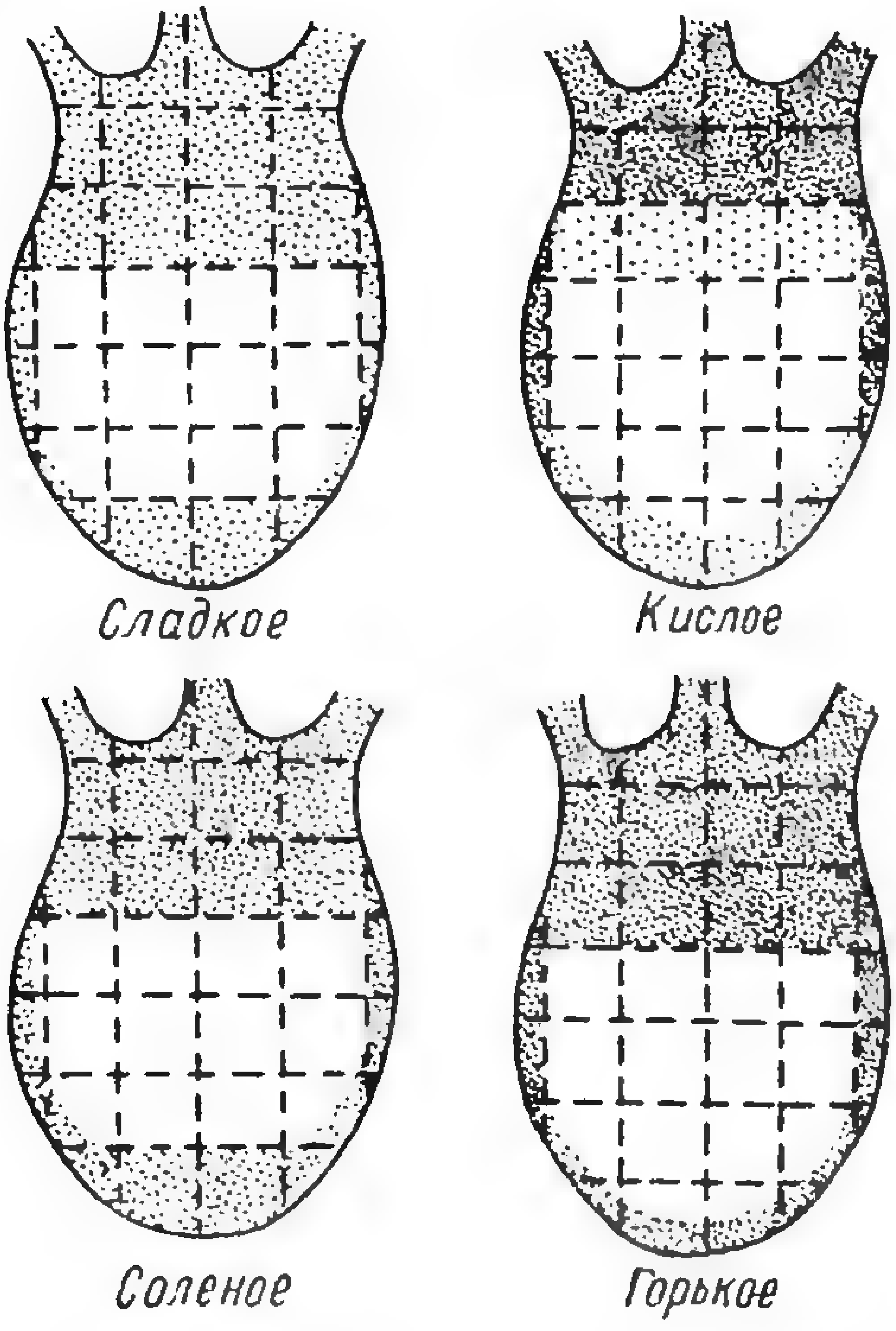

Рис. 28. «Карта языка» (по Киселеву).

Густотой расположения точек обозначена степень чувствительности данного участка языка к данному виду вкусовых раздражений.

Вкусовой рецептор как целое состоит из множества частичных вкусовых аппаратов, которые обладают как общими свойствами, так и специальными свойствами избирательной реакции на определенное вкусовое вещество (сладкое или горькое, кислое или соленое).

Следует указать на одно, представляющее несомненный интерес обстоятельство в пространственной локализации вкусовых рецепторов. Несмотря на то, что язык не является парным органом, явственно обнаруживается неравенство правой и левой сторон языка в расположении вкусовых сосочков. Сле-

довательно, и в области вкуса обнаруживается функциональное неравенство (асимметрия), типичное для парных органов чувств. Вкусовые сосочки, по данным русского исследователя Шрейбера, неравномерно расположены на правой и левой половинах языка, причем на левой половине их обнаружено несколько больше.

Во вкусовых рецепторах, раздражаемых растворенными вкусовыми веществами, возникает возбуждение, импульсы которого передаются по вкусовым нервам в мозговой конец анализатора.

Вкусовые нервы

Вкусовые почки соединены с волокнами чувствительных нервов, часть из которых проникает внутрь почек, а часть оканчивается в окружающих почки тканях.

Из большого числа разнообразных чувствительных волокон, идущих из лицевого (VII), языкоглоточного (IX) и блуждающего (X) нервов, наиболее связаны с вкусовыми рецепторами волокна лицевого и языкоглоточного нервов. С передних двух третей языка периферический неврон вкусовой чувствительности проходит путь первоначально в составе лицевого нерва, от которого затем часть волокон отделяется, образуя барабанную струну. В последнее время Агеевой-Майковой доказано, что вкусовые волокна идут в составе барабанной струны.

Вкусовые почки, расположенные в последней (задней) трети языка, по всей вероятности, связаны с другими нервами, а именно: языкоглоточными, а также имеющими зависимость вкусовых почек от языкоглоточных нервов. Эта зависимость была доказана тем, что после перерезки у животных языкоглоточных нервов вкусовые почки перерождаются.

Вкусовые волокна, находящиеся в составе барабанной струны, проходят через полость среднего уха, присоединяются к лицевому нерву и доходят до коленчатого узла, где находятся первые центральные (мозговые) вкусовые невроны. От них отходят нейриты, вступающие в составе лицевого нерва в продолговатый нерв. Вкусовые волокна языкоглоточного нерва проходят другой путь; первые центральные невроны их помещаются в каменистом узле, нейриты которых также вступают в продолговатый мозг. Клеточные тела вкусовой части волокон блуждающего нерва помещаются в узловатом узле, от которого нейриты направляются в продолговатый мозг. Таким образом, пути всех вкусовых волокон сходятся в продолговатом мозгу. Отсюда они направляются ко дну четвертого желудочка, где достигают вторичных вкусовых невронов. За-

вершается путь вкусовых нервов в третьих вкусовых невронах, расположенных в коре больших полушарий головного мозга.

Импульсы возбуждения множества вкусовых рецепторов проходят весь этот сложный путь до мозгового конца вкусового анализатора, сигнализируя о качестве и интенсивности вкусового раздражения. Имеются некоторые электрофизиологические данные о характере и скорости проведения нервных импульсов по вкусовым волокнам языкоглоточного нерва и барабанной струны.

Сахнулина показала, что при смазывании языка раствором в веточках языкоглоточного нерва, отходящего от языка, возникают ритмически повторяющиеся (через 2—3 *сек*) импульсы различной длительности (от 0,2 до 1,2 *сек*).

Электрофизиологические данные Пфаффмана показали, что наибольшее число импульсов при раздражении раствором поваренной соли возникало в тех случаях, когда раздражались кончик или боковые части языка. Наибольшее число импульсов во вкусовых нервах при действии горьких веществ на язык животного возникало в тех случаях, когда раздражался корень языка.

Эти данные показывают избирательную связь вкусовых волокон со специфическими вкусовыми рецепторами. Пфаффманом было обнаружено, что в составе барабанной струны имеются волокна: 1) проводящие импульсы только при раздражении языка кислотами, 2) проводящие импульсы при раздражении языка кислотами и солями, 3) проводящие импульсы при действии на язык кислот и хинина.

Таким образом, можно считать, что в кору головного мозга проводятся различные импульсы возбуждения, отвечающие химической природе тех раздражений, которые воздействуют на вкусовые рецепторы.

Мозговой конец вкусового анализатора

Мозговой конец вкусового анализатора состоит из ядерных и рассеянных по коре клеток. Существовавшее до классических исследований Павлова представление об узкой локализации в коре головного мозга вкусовых ощущений оказалось также несостоятельным, как и представление о корковых центрах ощущений вообще. Ранее было указано, что корковый анализ импульсов от органов чувств производится не только той областью, куда непосредственно входит соответствующий чувствительный нерв (ядро анализатора), но и рассеянными по большой территории коры головного мозга клетками.

В отношении проекции вкусовых раздражений в коре го-

ловного мозга это положение подтвердилось полностью при применении метода условных рефлексов Тихомировым из лаборатории Павлова.

Имеются клиническое и физиологическое основания предполагать, что ядро вкусового анализатора находится в области «морского коня» головного мозга, непосредственно вблизи ядерных элементов обонятельного анализатора. Имеются данные о корковом представительстве вкуса в нижнем отделе передней и задней центральных извилин. При поражении в правом или левом полушарии имеют место расстройства чувствительности (вплоть до полной потери вкуса) на *противоположной* стороне языка, что свидетельствует о перекрестке чувствительных нервов, связывающих периферический и мозговой концы вкусового анализатора.

Сопоставление данных о корковой проекции вкусовых раздражений в области морского коня, с одной стороны, в области нижнего отдела передней и задней центральных извилин — с другой, позволяет думать, что эта проекция осуществляется системой разнообразных ядерных и рассеянных по большой области коры клеток мозгового конца вкусового анализатора. Поражение вкусовых нервов, а особенно мозгового конца вкусового анализатора ведет к потере вкусовой чувствительности (агейзии), несмотря на сохранность вкусовых рецепторов. При некоторых заболеваниях коры головного мозга имеет место патологическое повышение вкусовой чувствительности (гипергейзии) или извращение вкуса. Известны случаи вкусовых галлюцинаций при некоторых общих системных расстройствах условнорефлекторной деятельности. Зависимость вкусовых рецепторов от функционального состояния коры головного мозга объективно, методом условных сосудистых рефлексов, установлена Суворовым в лаборатории Быкова.

При раздражении ротовой полости человека раствором любого вкусового вещества (сладкого, горького, кислого, соленого) первоначально отмечалась недифференцированная сосудистая реакция, а именно: на любое вкусовое ощущение сосуды отвечали сужением. После многократных вливаний различных растворов сосудистые реакции специализировались. Раздражение ротовой полости сладкими веществами вызывало расширение сосудов, в то время когда кислые вещества вызывали однотипную реакцию сужения сосудов. Некоторая общность в реакциях сосудов обнаруживалась в первую фазу раздражения горькими и солеными растворами; в этих случаях первоначально имелись сосудосуживающие реакции. Но в последующих фазах реакции на горькое характеризуются возвратом сосудов к исходному состоянию, а на соленое — последующим расширением сосудов.

Суворов сочетал световые сигналы с вливанием в рот различных вкусовых веществ, вырабатывая различные условно-сосудистые рефлексы. Он пришел к выводу, что «у каждого человека можно выработать 4 различных сосудистых условных рефлекса соответственно каждому виду вкусового ощущения».[15]

Серьезным доказательством исключительного влияния общего состояния коры головного мозга на деятельность вкусового анализатора человека являются клинические данные о расстройствах вкуса при различных заболеваниях головного мозга.

При заболеваниях головного мозга нарушается нормальная условнорефлекторная деятельность, работа обеих сигнальных систем или особенно их взаимодействие.

С этим связаны расстройства работы разных анализаторов, в том числе и вкусового.

Проникающие ранения головного мозга, как показал Мозжухин на большом госпитальном материале, характеризуются тем или иным нарушением вкусовых ощущений (сладкого, соленого, горького, кислого) при поражении всех областей коры. Большое число раненых и больных вовсе не было в состоянии определить вкусовое качество даже при больших концентрациях вещества. Наиболее трудной задача распознавания вкусового вещества была для лобных больных (69 случаев), затем больных с теменной травмой (48 случаев), затылочной (45 случаев), височной (42 случая).

Эти данные свидетельствуют как о системном механизме, обусловливающем вкусовой анализатор, так и о распространении по всей коре рассеянных клеток вкусового анализатора.

Представляет интерес и тот факт, что общее ослабление аналитической и синтетической деятельности мозга резко нарушает дробный анализ всех вкусовых веществ.

Основные качества вкусовых ощущений

Вкусовые ощущения являются продуктом деятельности вкусового анализатора, заключающимся в дробном анализе вкусовых веществ, а именно их химических свойств.

Как и любые другие ощущения, вкусовые ощущения характеризуются определенным качеством, интенсивностью, временем протекания и пространственностью.

---

[15] Н. Ф. Суворов. К анализу вкусовой рецепции человека методом сосудистых условных рефлексов. Сообщение 3. «Бюллетень экспериментальной биологии и медицины», 1950, № 12, стр. 400.

Явления интенсивности вкусовых ощущений обнаруживаются в динамике абсолютных и различительных порогов. Как ранее указывалось, интенсивность конкретного ощущения зависит от его качества. Соответственно этому интенсивность различных вкусовых ощущений своеобразна для каждого из качеств вкусового ощущения. Время реакции на основные вкусовые ощущения также различно у одного и того же человека Пространственная локализация вкусового ощущения в значительной мере зависит от площади раздражения полости рта и языка не только химическими, но и другими, особенно механическими и температурными свойствами пищевого объекта. Поэтому основным вопросом в исследовании вкусовых ощущений является вопрос о качествах вкусовых ощущений. Ранее указывались такие качества вкусовых ощущений, как сладкое, соленое, горькое, кислое, отражающие химические качества вкусовых веществ.

Но вкусовые ощущения не ограничиваются отражением химических свойств пищевых объектов. Последние неразрывно связаны с физико-механическими свойствами этих объектов, обнаруживающимися при раздражении полости рта. Имеет значение температура воздействующего объекта, с изменением которой изменяется вкус пищи. Горячее или холодное мясо, теплое или холодное вино и т. д. создают неодинаковое вкусовое ощущение. Еще более существенное значение имеет структура поверхности, плотность, твердость или мягкость, жидкое или твердое состояние пищевого объекта при раздражении полости рта. Свежий или сухой хлеб, твердое или мягкое мясо и т. д. производят различный вкусовой эффект. Взаимодействие собственно вкусовых ощущений (сладкого, соленого, кислого, горького) с температурными, тактильными, кинестетическими ощущениями языка усложняет вкусовое впечатление, создает более или менее *сложный вкус*. Такими сложными вкусовыми качествами являются ощущения едкого, терпкого, вяжущего, острого, пряного и других качеств воздействующих на язык и полость рта раздражителей.

В настоящее время точно установлено, что простыми вкусовыми ощущениями являются только ощущения сладкого, горького, кислого, соленого, составляющие основные качества вкусовых ощущений.

Лазаревым доказано, что путем смешения этих четырех основных вкусовых веществ можно нейтрализовать вкус, т. е. сделать раздражитель безвкусным подобно тому, как определенное смешение цветов производит ощущение белого цвета.

Иначе обстоит дело со сложными вкусами, представляющими сочетание одного из вкусовых качеств с температурным, болевым, тактильным, обонятельным ощущениями. Их смеше-

ние или слияние еще более усложняет вкусовые впечатления, а также усиливает общий эффект раздражения.

Каждый из сложных вкусов может быть разложен на собственно вкусовые и инородные качества. Основные же вкусовые качества далее неразложимы. Сладость различных сладких растворов различна лишь по интенсивности (насыщенности), подобно горечи разных горьких растворов и т. д. Едкий вкус возникает при сочетании раздражений вкусовых и болевых рецепторов полости рта. Острый вкус возникает при сочетании сильного обонятельного раздражения с собственно вкусовым. Вяжущий вкус характеризуется сочетанием сильного раздражения тактильных рецепторов в ротовой полости с вкусовыми раздражениями. Подобные ощущения имеют место, например, при действии на язык и полость рта слабых растворов тяжелых металлов и щелочей.

Но к основным качествам вкусовых ощущений относятся лишь четыре, а именно: сладкий, горький, кислый и соленый.

Выделение этих четырех вкусовых качеств как основных имеет весьма важное значение для понимания условий образования вкусовых смесей, образующихся из сочетаний, а также ассоциации с другими ощущениями, возникающими при раздражении полости рта.

Возникает вопрос о том, возможно ли расположить вкусовые качества в определенный ряд, подобно цветовым или звуковым качествам. На этот вопрос можно дать более или менее определенный ответ лишь в отношении сладкого и горького вкусов, причем это отношение необратимое: насыщенное сладкое может дать ощущение некоторой горечи, но слабые, а тем более сильный раствор горького не дает ощущения сладковатости. Но известно, что и насыщенный раствор некоторых солей порождает ощущение горечи, равно как и некоторые кислоты.

На дробный анализ вкусовых веществ влияет общее состояние организма (особенно состояние пищеварительного тракта, углеводного и минерального обмена внутри организма и т. д.) в зависимости от степени голодания или сытости, нормального или болезненного состояния и т. д. Известны случаи резких колебаний в динамике вкусовых ощущений у беременных женщин, причем в разные фазы беременности эти колебания носят различный характер. Сдвиги вкусовых ощущений отмечены также при кислородном голодании (при высотных подъемах) и т. д. Поэтому вкусовые ощущения не только индивидуально своеобразны у разных людей, но весьма изменчивы у одного и того же человека в разных состояниях по отношению к одним и тем же вкусовым веществам. С этой

чрезвычайной подвижностью работы вкусового анализатора связано и изменение чувствительности к вкусовым смесям.

Абсолютная вкусовая чувствительность

Абсолютная вкусовая чувствительность определяется по абсолютным порогам вкусовых ощущений; она выражается величиной, обратно пропорциональной величине абсолютных порогов вкусовых ощущений.

Для разных вкусовых качеств определены различные абсолютные пороги ощущений у людей в сравнительно сходном состоянии относительной сытости. При сравнении порогов ощущений у разных людей возможно определить степень абсолютной чувствительности вкуса. У одного и того же человека может сочетаться высокая чувствительность к сладкому с низкой или средней чувствительностью к кислому и т. д.

Для каждого вкусового качества устанавливаются особые уровни абсолютной вкусовой чувствительности, определяемые по нижним порогам раздражений, вызывающих едва заметное ощущение того или иного вкусового вещества.

Установлено, что абсолютные пороговые раздражители горьких веществ являются самыми минимальными, а абсолютные пороговые раздражители сладких веществ наиболее максимальными. Данные о порогах выражаются в сотых, тысячных и т. д. долях от исходных растворов. Если для сахара требуется 20% разведения в растворе воды, то для хины всего 0,1%. Иначе говоря, величина горького вещества, необходимая в качестве минимального раздражителя, по крайней мере в 200 раз меньше минимального раздражителя для ощущения сладкого вкуса. Минимальная величина соленых раздражителей ближе к величине пороговых раздражителей сладких веществ, а минимальная величина кислых раздражителей ближе стоит к минимальным порогам горьких веществ.

В связи с этим уместно напомнить положение Павлова о том, что воздействие на вкусовой аппарат горьких веществ обязательно выводит его из состояния безразличия к вкусам, нарушает его равновесие, повышая его общую возбудимость. В известной мере это положение относится и к сильному действию минимальных растворов кислых веществ.

Известной закономерностью является более высокая абсолютная чувствительность людей (при всех индивидуальных отклонениях) к горькому и кислому сравнительно с чувствительностью к соленому и сладкому.

По данным Барышевой, абсолютные пороги (в процентном разведении исходных растворов) для сахара колеблются от 2,41 до 3,21, для соли — от 0,55 до 0,41, для соляной кисло-

ты — от 0,012, до 0,017, а для хинина — от 0,00002 до 0,00003. Обыденное представление о том, что «на вкус и цвет товарищей нет», оказывается сильно преувеличенным не только в отношении цвета, но и в отношении вкуса. Об этом ясно свидетельствует сопоставление *общих* величин абсолютных порогов вкусовой чувствительности в отношении основных вкусовых раздражителей. Характерно, что больше индивидуальных различий замечено в отношении абсолютной чувствительности к сладкому и соленому; индивидуальные различия к кислому и особенно горькому ничтожны. Абсолютная чувствительность к горькому, по данным Барышевой, равнялась 0,00002 для 11 испытуемых, а для остальных 4 испытуемых — 0,000003. Индивидуальные различия имеют место в пределах общей закономерности, а именно — зависимости абсолютной чувствительности к основным вкусовым веществам от строго определенных порогов величин концентрации вкусового вещества в растворах. Минимальное ощущение горького вкуса возникает при различных пороговых концентрациях (количества вещества в долях грамма) следующих веществ: кофеин — 0,00030, солянокислый хинин — 0,0000035, а сернокислый хинин — 0,00000080 и т. д. Менее значительны, но все же весьма различны пороговые концентрации различных раздражителей ощущений кислого вкуса: щавельная кислота—0,00036, уксусная кислота — 0,00048, соляная кислота — 0,00026 и т. д.

Весьма значительны различия между пороговыми величинами сладких веществ: от 0,20 для галактозы до 0,000005 для сахарина.

Эти различия пороговых величин различных, но однородных по вкусовому качеству химических раздражителей необходимо иметь в виду при изучении множественности абсолютных порогов по отношению к одному и тому же виду вкусовых качеств.

При сравнении же основных видов вкусовой чувствительности имеет значение величина абсолютных пороговых концентраций раздражителей разных вкусовых ощущений.

Большое влияние на сдвиги абсолютной вкусовой чувствительности оказывает состояние голодания. Чувствительность к сладкому в голодном состоянии резко повышается (пороги резко снижаются). По мере увеличения периода голодания (в пределах одних суток) увеличивается и абсолютная чувствительность к сладкому (Гусев). Но у различных испытуемых наблюдались известные периоды большего или меньшего повышения этой чувствительности, что связано с их общим состоянием. Установлено, что абсолютная вкусовая чувствительность в наибольшей мере подвержена колебаниям при изменении режима пищи и состояния организма. Обнаруженное Гу-

севым закономерное повышение чувствительности к сладкому при голодании объясняется значительным изменением *углеводного* обмена при взаимопереходах от сытости к голоданию.

Аналогично этой закономерности Гусевым установлено повышение абсолютной чувствительности к соленому при голодании. Но величина этого повышения чувствительности к соленому меньше, чем в отношении сладкого, так как минеральный обмен при переходе от сытости к голоданию происходит менее интенсивно, нежели углеводный обмен.

Иначе обстоит дело с динамикой абсолютной вкусовой чувствительности к кислому и горькому вкусам.

По данным Гусева, абсолютная чувствительность к кислому не повышается, а понижается в большинстве случаев, а в некоторых случаях остается без изменений (сравнительно с сытым состоянием).

Есть основание полагать, напротив, что чувствительность к кислому резко возрастает в сытом состоянии сравнительно с состоянием голодания.

В своем труде о работе главных пищеварительных желез Павлов установил, что одна из этих желез, а именно панкреатическая, вступающая в работу только после принятия пищи (т. е. в сытом состоянии), специфически возбуждается кислыми веществами. В отношении работы панкреатической железы Павлов писал о том, что ее «чувствительность к кислоте совпадает приблизительно с чувствительностью нашего вкусового аппарата».

Абсолютная чувствительность к горькому вкусу, как показали опыты Гусева, в состоянии голодания чаще всего понижается. В голодном состоянии вкусовой анализатор возбуждается большей концентрацией горького вещества, нежели в сытом.

При определении абсолютной (а также разностной) чувствительности к основным вкусовым веществам следует учитывать адаптацию вкусового аппарата к длительно действующим раздражителям. Во время действия вкусового вещества на вкусовые сосочки абсолютная чувствительность снижается, но после удаления этого вещества — постепенно восстанавливается. Скорость адаптации к различным вкусовым веществам различна. Снижение чувствительности при вкусовой адаптации довольно быстро наступает при действии сладких и соленых веществ, медленнее — при действии кислых, а особенно горьких веществ, что связано с различной скоростью реакции вкусового анализатора на минимальные концентрации различных вкусовых веществ. Относительная медленность протекания процесса адаптации к горькому соответствует большему времени реакции на пороговую концентрацию горького вкуса

(скрытый период вкуса является самым длительным). «Для возникновения соленого вкуса он является, по-видимому, самым коротким» (Бронштейн).

Сравним величины скрытого периода вкусовых ощущений при раздражении *кончика языка* различными вкусовыми веществами. Эти величины будут следующие: для горького вкуса — 2,2 *сек*, для кислого — 0,64 *сек*, для сладкого — 0,4 *сек*, а для соленого — 0,3 *сек*.

Иные величины скрытого периода вкусового ощущения имеют место при раздражении *основания языка*. Для горького эта величина будет равной 1,5 *сек*, для сладкого — 0,17 *сек*, для кислого и соленого — 0,5 *сек*. Различие скорости вкусовых реакций при раздражениях разных областей языка требует анализа особенностей абсолютной вкусовой чувствительности различных областей языка.

Избирательная повышенная чувствительность рецепторов кончика языка к сладкому, а основания языка — к горькому сочетается с общей чувствительностью этих областей языка ко всем вкусовым веществам. Для *общей* чувствительности характерны более высокие концентрации растворов, следовательно, уровень ее ниже сравнительно со *специализированной* чувствительностью к определенным вкусовым веществам.

Чем больше площадь раздражения, тем меньше концентрации вкусового вещества необходимо для возникновения едва заметного ощущения любого качества в любой области языка. Рефлекторные движения мышц языка имеют особое значение, в частности, потому, что они обеспечивают перемещение вкусового вещества по поверхности языка, т. е. увеличивают площадь раздражения. Важно отметить, что эти рефлекторные движения пространственно определенны, т. е. строго соотнесены к месту раздражения в той или иной области полости рта. Подобно зрительным или тактильным, обонятельным или слуховым ощущениям, вкусовые ощущения характеризуются пространственной проекцией. Они субъективно испытываются именно в том месте языка или других местах полости рта, где объективно имеет место вкусовое раздражение.

Явление пространственной проекции обнаруживается не только при значительных площадях раздражения, когда затрагивается большая группа вкусовых сосочков в той или иной области, но и при раздражении отдельных сосочков. Сочетание вкусовых и тактильных раздражений содействует пространственной локализации вкусовых ощущений вообще. Абсолютная чувствительность отдельных вкусовых сосочков исследована еще недостаточно. Известно, что абсолютные пороги раздражения отдельных сосочков во много раз превышают пороговые величины при общем раздражении поверх-

ности языка или его областей. Установлено также, что наибольшие пороговые концентрации необходимы при изолированном раздражении сосочка кислыми и солеными веществами (сравнительно с горькими и сладкими).

Абсолютная вкусовая чувствительность к разным веществам постепенно формируется в индивидуальном развитии человека. Вышеприведенные данные характеризуют вкусовую чувствительность взрослых людей.

Абсолютная вкусовая чувствительность маленьких детей изучена мало. Известно, однако, что с возрастом абсолютная вкусовая чувствительность увеличивается и к зрелому возрасту достигает своего наибольшего развития. У детей преддошкольного и школьного возраста вкусовая чувствительность определяется особенным режимом питания детей, а следовательно, теми вкусовыми смесями, к которым дети приучаются. В этих вкусовых смесях большое значение имеют различные соотношения сладких и соленых веществ, меньше кислых. Вырабатывающийся на основе пищевого режима стереотип вкусовых ощущений маленьких детей с переходом ребенка на общий стол изменяется. Вкусовая чувствительность становится более разнообразной и тонкой. Рост абсолютной вкусовой чувствительности особенно связан с дифференцировкой вкусовых сигналов, т. е. с развитием вкусовой различительной чувствительности.

Вкусовая различительная чувствительность

Распознавание малых разностей между сходными раздражителями одного и того же вкусового вещества носит название различительной вкусовой чувствительности, которая основана на корковой дифференцировке вкусовых раздражителей. Эта дифференцировка может быть одновременной и последовательной. Одновременная дифференцировка имеет место тогда, когда одновременно раздражаются двумя сходными концентрациями растворов два уголка языка (например, левая и правая стороны языка). Подобная дифференцировка бывает очень редко в повседневной жизни, а в лабораторных условиях ее проследить весьма трудно по методическим условиям.

Естественной и распространенной формой дифференцировки вкусовых раздражений является различение последовательно протекающих, т. е. сменяющих друг друга, сходных вкусовых раздражений. Опыты по изучению вкусового различения ставятся с учетом периода адаптации и с таким расчетом, чтобы устранить возможность последствий предшествующего раздражения (путем прополаскивания дистиллированной водой).

Установлено, что подобное различение становится возможным только путем упражнений, а поэтому совершенствуется в процессе последовательных вкусовых проб. Иначе говоря, дифференцировка вкусовых раздражений *воспитуема*.

Пороги различения выражаются в процентах от исходной концентрации раствора данного вкусового вещества.

Экспериментально показано, что различительная вкусовая чувствительность человека имеет определенные зоны в зависимости от интенсивности раздражения (концентрация растворов). Наиболее высокая различительная чувствительность обнаружена в отношении прироста раздражителей средней концентрации. Для слабых концентраций требуется более высокий порог раздражения, а для сильных прирост раздражителей должен быть весьма значительным.

Для того чтобы ощутить изменение сладкого вкуса сверх 20% раствора сахара, требуется значительный прирост концентрации, так как вкус этого раствора уже ощущается максимально сладким. То же следует сказать в отношении 10% раствора поваренной соли, 0,2% раствора соляной кислоты, 0,1% раствора хинина и т. д.

Это положение о наиболее благоприятных условиях (средней концентрации растворов вкусовых веществ) для различительной чувствительности относится ко всем видам вкусовых ощущений (т. е. к изменениям интенсивности прироста всех основных вкусовых раздражителей).

Взаимодействие вкусовых ощущений

В реальной жизни при потреблении пищи или ее приготовлении всегда имеет место комплексное совместное действие разных, но взаимосвязанных вкусовых веществ. Каждый пищевой объект сам по себе имеет сложный вкус. Человек потребляет те или иные смеси пищевых объектов, создающих сложные комплексы вкусовых смесей, имеющих важное значение для возбуждения аппетита, удовлетворения голода и аппетита, а также жажды.

Например, употребление чая в качестве напитка представляет собой сравнительно простой пример подобной вкусовой смеси. Сам по себе крепкий настой чая имеет сложный вкус с примесью легкой горечи. Этот привкус нейтрализуется растворением сахара, который, однако, без чая в стакане воды производит неприятное ощущение. Вкус чая с сахаром становится еще более приятным при сочетании с кислым соком лимона и т. д. Яйцо обладает сложным вкусом, образующимся из вкусов белка и желтка, к которым обычно прибавляется некоторое количество соли.

Приготовление вкусной пищи составляет сложную проблему кулинарного искусства именно потому, что необходимо эффективно сочетать различные вкусовые смеси в каждом блюде. Тем более при составлении меню важно учитывать сочетание вкусовых смесей при переходе от одного блюда к другому. Одновременное или последовательное воздействие вкусовых смесей на вкусовой анализатор определяет взаимодействие вкусовых ощущений.

Существуют различные формы взаимодействия вкусовых ощущений. К ним относятся: слияние и смешение вкусовых ощущений вообще, маскировка одних вкусовых ощущений другими, компенсация вкусовых ощущений. Близко связаны с взаимодействием вкусовых ощущений их последствия, а также повышение чувствительности (сенсибилизации) одних вкусовых ощущений под влиянием других, а особенно вкусовой контраст.

Образование нового вкусового ощущения путем слияния двух разнородных вкусов возможно при взаимодействии сладкого и кислого, соленого и кислого. Сладко-кислым вкусом обладают фрукты (сорта яблок, ананасы, вишни и т. д.), фруктовые соки и напитки и др. Оба вкусовых качества (кислое и сладкое) явственно различаются в этой вкусовой смеси, образующейся путем слияния вкусовых веществ.

Различные соления (капусты, огурцов, помидоров и т. д.) представляют собой слияние кислых и соленых вкусов, каждый из которых явственно распознается при вкусовой пробе. Возможно слияние сладкого и горького вкусов (вкус шоколада или своеобразный вкус зеленого перца и т. д.). Лишь в некоторых случаях возможно слияние горького с соленым, но при условии сочетания этой смеси с другими вкусовыми веществами (например, примесь черного перца или хрена к просоленной пище). Не сливаются вовсе горькие и кислые вкусовые качества.

Другой формой взаимодействия вкусовых ощущений при воздействии вкусовых смесей является смешение вкусов, при котором невозможно расчленить составляющие смесь вкусовые качества, т. е. невозможно расчленить смесь на составляющие ее качества. С подобным типом комплексного вкусового раздражения мы имеем повседневное дело при потреблении изготовленной пищи. Чрезвычайно часто мы не можем расчленить полностью вкусовую смесь в супах, различных блюдах из жареного и тушеного мяса, жареной или фаршированной рыбы и т. д., учитывая сложный состав различных приправ.

В подобных вкусовых смесях может преобладать то или иное вкусовое качество, подавляющее остальные, маскирующее их присутствие. Так, например, не всегда удается ощутить

обязательное наличие соли в сладком тесте, слабых концентраций горького перца в некоторых соусах и т. д. Такое простое блюдо, как салат из свежих огурцов в сметане, состоит из слегка посоленных свежих огурцов, посыпанных горьким перцем и политых сметаной, смешанной с солью и уксусом. Типичную сложную вкусовую смесь представляет распространенный в быту винегрет из овощей, в котором к разнообразным вкусовым качествам свежих, соленых и маринованных овощей и грибов прибавляется горчица, сахар, соль, уксус, т. е. представители всех чистых вкусовых качеств. Сложные вкусовые смеси входят в состав многих супов. Характерны в этом отношении русские блюда, особенно из свежей и квашеной капусты. В восточной кухне вкусовая смесь осложняется острыми, пряными и горькими качествами. Сложная вкусовая смесь имеется во всех видах жареной, тушеной, фаршированной мясной и рыбной пищи, особенно при ее сочетании с растительной пищей.

Готовые продукты гастрономии (например, колбасы) также представляют собой сложные вкусовые смеси. Например, в рецептуре сырокопченых колбас, состоящих из разных сортов мяса, обязательно участвуют не только специи, но и некоторые сорта виноградного вина. Подобные вкусовые смеси при их воздействии на вкусовой анализатор создают сложное взаимодействие вкусовых ощущений, при котором подчас невозможно вычленение отдельных вкусовых качеств.

В смешении вкусовых качеств, важную роль играет явление маскировки, при котором одни из вкусовых качеств скрываются или подавляются интенсивностью других вкусовых качеств.

В основе явления маскировки ощущений вообще лежит закономерность взаимной индукции нервных процессов. Более сильные компоненты вкусовой смеси возбуждают одни участки вкусового анализатора, тормозя другие. Подобное торможение вследствие возбуждения более сильными раздражителями имеет место при присоединении большой концентрации горьких веществ к любой вкусовой смеси, при присоединении большой концентрации раствора сахара к небольшому количеству лимонного сока, при пересаливании пищи или избытке уксусной кислоты в ней и т. д. Маскировка вкусовых качеств оказывает положительное действие на процесс пробования и потребления еды лишь в том случае, если образует свойственное пищевому режиму и сложившемуся вкусовому стереотипу синтетическое вкусовое впечатление.

Компенсацией вкусовых ощущений называется взаимная нейтрализация вкусовых качеств какой-либо смесью. В этом случае имеется взаимоторможение раздражителей, при кото-

ром определенное вкусовое ощущение не возникает. За исключением горьких веществ, не поддающихся значительной компенсации, возможно взаимоторможение всех остальных вкусовых раздражений при определенном сочетании интенсивностей этих раздражений. При нейтрализации и взаимной компенсации двух или трех вкусовых веществ возникает ощущение неприятного затхлого вкуса. Поэтому маскировка вкусовых качеств должна быть исключена при приготовлении питательной и *вкусной* пищи, где допускается только относительная компенсация в отношении части, а не всех вкусовых веществ. Как на это указал еще Павлов, пища, лишенная выраженных вкусовых качеств, совершенно не способствует пищеварению.

Особое значение при последовательном взаимодействии вкусовых ощущений имеет явление *вкусового контраста*. В этом случае человек испытывает то ощущение кислого, то ощущение горького, причем каждое из этих ощущений попеременно тормозится и возбуждается. Подобный факт может быть объяснен в свете павловского учения о взаимной индукции нервных процессов.

Смена кислого вещества сладким усиливает ощущение сладкого, равно как соленого и горького сладким, если имеются необходимые концентрации растворов сладкого вещества. После сильно посоленной пищи слабые растворы поваренной соли кажутся безвкусными. В этих случаях усиление возбуждения влечет за собой торможение вкусового анализатора. Явление последовательного вкусового контраста имеет особенно важное значение для рационального построения режима питания. Павлов указывал на то, что обыденная практика питания эмпирически пришла к учету фактора вкусового контраста. Обеду «предшествует закуска», «дразнящая вкус» сильно действующими горькими и кислыми веществами; в обеде большую роль играют вкусовые смеси с обязательным участием соли, а обед завершается сладким блюдом. Поочередное включение преобладающего в том или ином виде пищи вкусового вещества, усиливая вкусовой контраст, обеспечивает необходимый для нормального пищеварения акт еды.

Последовательный вкусовой контраст тесно связан с явлением последействия вкусовых ощущений, т. е. следовых явлений в работе вкусового анализатора.

После прекращения действия вкусового раздражителя некоторое время продолжается последействие этого раздражителя, особенно сильное и длительное для горьких и кислых веществ в малой концентрации, а для сладких и соленых не только в больших, но и средних концентрациях. Это явление аналогично положительным последовательным образам в зрении,

Бронштейн указывает на факты, которые могут быть истолкованы аналогично отрицательным последовательным образам в зрении. Так, действие некоторых растворов неорганических солей порождает ощущение горького, а их последействия — ощущение сладковатости. Действие сахарина, напротив, вызывает ощущение сладкого, а его последействие — горького. Характерно, что контраст в виде отрицательных последовательных ощущений имеет место во взаимоотношении горького и сладкого качеств.

Взаимодействие вкусовых ощущений ярко проявляется при кратковременной сенсибилизации вкуса в условиях опыта. Ранее было указано, что упражнение и приучение вкусового анализатора к распознаванию вкусовых веществ, их концентраций и смесей есть основа развития вкусовых ощущений. Сенсибилизация или повышение чувствительности имеет место только при специальной тренировке вкусового аппарата. Человеку необходима сравнительно кратковременная тренировка для того, чтобы он стал распознавать наличие ничтожных концентраций вкусовых веществ в растворе, который первоначально ощущался безвкусным.

Исследования показали, что «сенсибилизация одного вкуса оказывала влияние на состояние других видов вкусовой чувствительности. Влияние сказалось либо в ее повышении, либо в ее понижении».[16] При сенсибилизации к горькому повышается чувствительность к сладкому и наоборот. При сенсибилизации к соленому нередко имеет место не повышение, а понижение чувствительности к сладкому. Надо, однако, отметить, что подобная сенсибилизация протекает лишь в условиях отдельно взятого акта вкусовых проб и представляет теоретический интерес для понимания сложных взаимодействий вкусовых ощущений. Значительно больший теоретический и практический интерес представляет сенсибилизация или повышение чувствительности под влиянием определенной практической деятельности.

Повышение чувствительности под влиянием практической деятельности и специальных знаний

В пищевкусовой промышленности, а также в торговых организациях до настоящего времени употребляется органолептический метод определения вкусовых качеств пищевых продуктов. Этот метод заключается в системе вкусовых проб пищевых продуктов специальными лицами, совершающими эти пробы с целью квалификации или экспертизы пищевых про-

---

[16] А. И. Бронштейн. Вкус и обоняние, стр. 97.

дуктов (дегустаторами). Вкусовые пробы дегустаторов протекают в особых условиях: опробование и определение пищевых объектов отделены от процесса потребления, происходят при постоянных и тождественных состояниях организма.

Вкусовой анализатор дегустаторов является необходимым дополнением к технике химического анализа пищевых продуктов. Несмотря на совершенствование техники этого анализа, деятельность дегустаторов не может быть вытеснена из практики из-за важности вкусовых ощущений человека для процесса потребления.

Если в обыденной жизни каждого человека вкус лишь обслуживает процесс еды (потребления пищевых продуктов), то в практической деятельности дегустаторов вкусовые ощущения имеют особое значение. Они являются как бы средствами его трудовой деятельности, составляющей часть производства и приготовления из пищевых продуктов объектов потребления с разнообразными вкусовыми смесями. В их деятельности накапливается *опыт* распознавания вкусовых веществ, их смесей и примесей, имеет место постоянно воспроизводимое различение и сравнение вкусовых качеств объектов и т. д. Система упражнений длительно тренирует вкусовой анализатор, создавая условия устойчивого и растущего повышения чувствительности.

Влияние профессиональной деятельности дегустаторов на совершенствование их вкусовой чувствительности резко отличается от сдвигов вкусовой чувствительности в условиях других производственных деятельностей. Установлено, что у работников полиграфической промышленности, кожевенных заводов, анилинового производства и т. д. наблюдалось притупление вкуса, т. е. понижение вкусовой чувствительности. Обнаружено, что у многих работников кондитерской фабрики понижена чувствительность к сладкому, что связано с избытком сахара в их пищевом режиме.

Повышение вкусовой чувствительности обнаружено у многих поваров, которые выполняют некоторые функции дегустаторов, которые изучались нашими сотрудниками — Гусевым, а затем Шубиной.

По данным Гусева, вкусовая различительная чувствительность (по сравнению с массовой нормой различительных вкусов порогов) в несколько раз превышает уровень сенсибилизируемой в лаборатории вкусовой чувствительности лиц, не являющихся дегустаторами.

В связи с резким ростом вкусового различения у дегустаторов наблюдается и повышение вкусовой чувствительности. Особенно поражает точность распознавания примесей во вкусовых веществах и смесях, определения ранних фаз

порчи продуктов (например, минимальная прогорклость масла), стажа выдерживаемых для улучшения вкусовых качеств продуктов (например, времени выдержки вина) и т. д.

Большую роль во вкусовых пробах дегустаторов играют обобщенные представления вкусовых качеств («мысленных образцов»), с которыми сопоставляются вкусовые ощущения. Было установлено, что самый акт вкусовой пробы включает определенную связь понятий и суждений, в силу чего квалификация вкусовой смеси представляет собой определенное и весьма сложное умозаключение. Эти мыслительные операции дегустатора легко обнаруживаются в определенном строении предложений устной речи.

Поэтому есть основание полагать, что вкусовая сенсибилизация у дегустаторов является продуктом не только профессиональной упражненности вкусового анализатора, но и влияния второй сигнальной деятельности на работу вкусового анализатора.

В слове — наименовании вкусовых веществ и их смеси не только обобщаются чувственные впечатления об этих объектах, но передаются и усваиваются теоретические знания о пищевкусовых объектах, которые имеются у дегустаторов (знания в области технологии пищевкусового производства, а также физиологии пищеварения).

Таким образом, как и во всякой другой области чувствительности, во вкусовой чувствительности проявляется взаимодействие первой и второй сигнальных систем. Во второй сигнальной системе имеет место определенная проекция обобщенных временных связей с вкусового анализатора.

Деятельность второй сигнальной системы в условиях специального труда дегустаторов способствует сенсибилизации вкусового различения перестройки вкусового анализатора на более высоком уровне.

В какой мере имеют *общее* значение факты вкусовой сенсибилизации, установленные при изучении дегустаторов? Несомненно, что они имеют общее значение для понимания прогресса человеческого вкуса как одного из условий повышения жизнеспособности людей.

ГЛАВА XIV

ОБЩЕОРГАНИЧЕСКИЕ, ИЛИ ВНУТРЕННОСТНЫЕ (ИНТЕРОЦЕПТИВНЫЕ), ОЩУЩЕНИЯ

Источники общеорганических (интероцептивных) ощущений

Общеорганическими, или интероцептивными, *ощущениями называются ощущения, получаемые человеком от разнообразных состояний внутренней среды тела.*

Совокупность таких ощущений, отражающих состояние внутренней среды организма, называется общим самочувствием человека (Сеченов).

Слитная нерасчлененность массы таких ощущений, связанных с деятельностью сердечно-сосудистых, дыхательных, пищеварительных и других органов, дала основание Сеченову, впервые выдвинувшему эту проблему, назвать внутренностные ощущения «валовым» чувством. Тот факт, что эти ощущения, в отличие от зрительных, слуховых и других «внешних» ощущений, осознаются человеком далеко не всегда, а лишь при определенных резких изменениях состояния организма, Сеченов охарактеризовал как особенность этих ощущений, которые он обозначил как «темные», в большинстве случаев заторможенные деятельностью анализаторов внешней среды. Ощущения голода и жажды, спазмов сосудов, резких изменений ритма дыхания и сердцебиения, полового возбуждения и т. д. представляют собой разновидности этих внутренних, или интероцептивных, ощущений.

В этих ощущениях отражается процесс материальной жизни самого организма. Именно поэтому для нормального человеческого организма, осознания человеком процесса собственной жизнедеятельности эти ощущения имеют жизненно важное значение. Источниками общеорганических ощущений являются изменения внутренней среды организма, т. е. дея-

тельности внутренних органов и тканей в их взаимосвязи и взаимодействии с внешней средой организма.

В процессе индивидуального развития человека имеет существенное значение осознание внутренней среды тела и правильное поведение в отношении к собственному телу. Забота о здоровье, наблюдение за состоянием своего тела, своевременная реакция на заболевание внутренних органов и т. д. возможны лишь благодаря тому, что кора головного мозга получает непрерывную информацию о колебаниях и изменениях внутренней среды.

О значении внутренностных ощущений для нормальной жизнедеятельности человека было известно с глубокой древности. Вплоть до IX в. продолжало существовать представление о том, что деятельность сердца и изменения сосудов есть источник чувствований, различных по сложности эмоциональных переживаний. С выделением печенью желчи связывали эмоцию гнева и раздражительность, с пищеварением — состояние общего удовольствия или неудовольствия т. д.

Все эти взгляды представляли собой наивные попытки отметить влияние внутренних органов на человеческую психику, но не решали проблему органических ощущений и их роли в потребностях и чувствах человека. Начало их научному изучению было положено Сеченовым, который рассматривал общее самочувствие человека *как результат рефлексов с внутренних органов.*

Сеченов различал произвольные и непроизвольные рефлексы органов: 1) автоматические и непроизвольные рефлексы, большая часть которых вовсе и не ощущается (например, отделение желудочного сока или выделение печени), а некоторые из них ощущаются при значительном усилении (тошнота и рвота), 2) системные рефлексы внутренних органов, порождающие то смутное валовое чувство, которое мы зовем у здорового человека чувством общего благосостояния.

На границе между этими двумя видами рефлексов с внутренних органов Сеченов ставил акты опорожнения мочевого пузыря и прямой кишки.

Как эти акты, так и многие системные рефлексы с внутренних органов *становятся* ощущаемыми в процессе приучения ребенка к определенным действиям. Сигнальное значение рефлексов с внутренних органов находится в связи с образованием индивидуального опыта. Сеченовым впервые также была высказана мысль о том, что внутренностные ощущения зависят от деятельности основных органов чувств, отражающих независимо от человека воздействие существующего внешнего мира. Все это имело важное значение для формирования материалистического понимания внутренностных ощу-

щений. Однако познание их природы объективными методами стало возможным благодаря открытиям Павлова в области высшей нервной деятельности, а до этого — в области физиологии таких общих деятельностей организма, как кровообращения и пищеварения.

С самого начала своей научной деятельности Павлов руководствовался идеей «нервизма», т. е. ведущей роли нервной деятельности в общей системе функций организма. Поэтому еще в более ранних физиологических исследованиях Павлов уделял пристальное внимание влияниям нервной системы на функции отдельных органов, а также механизмам связи этих органов с нервными процессами. Он высоко оценил открытие русским морфологом Догелем чувствительных нервных окончаний в сердце и сосудах именно потому, что «открытием чувствительных нервов в сердце объясняется существование сердечных рефлексов».[1] Нервная регуляция кровообращения подтверждалась открытием ранее неизвестных *рецепторов* в сердце и в сосудах.

Классические труды И. П. Павлова в области пищеварения раскрыли многие механизмы нервных влияний на деятельность главных пищеварительных желез, а также со всей настоятельностью ставили проблему чувствительности внутренних органов. Ранее уже указывалось (см. главу XIII), что Павлов установил сходство реакции панкреатической железы и вкусового аппарата, тем самым доказав наличие чувствительности панкреатической железы, а также других пищеварительных желез в *различении* химического состава пищи и физико-химических процессов внутри организма. Все это представляло важную подготовку к решающим выводам, которые были сделаны Павловым позже, в период разработки теории условных рефлексов. Главнейший из них заключается в том, что большие полушария головного мозга являются *гигантским анализатором как внешней, так и внутренней среды организма.*

Идея единства внешней и внутренней среды организма, а также зависимости внутренней среды организма от рефлекторных связей организма с внешней средой получила свое всестороннее развитие в трудах сотрудников Павлова, Быкова, Усиевича и др.

В трудах Быкова и его сотрудников (Черниговского, Айрапетьянца, Булыгина и многих других) установлено, что кора головного мозга условнорефлекторно регулирует деятельность внутренних органов, с одной стороны, а внутренние органы через специальные *рецепторы* (интероцепторы) посылают

[1] Тр. О-ва русских врачей. СПб., 1897, № 7 (март), стр. 471.

импульсы в кору головного мозга, влияя на общее состояние работы больших полушарий. Быковым и его сотрудниками открыты как самые интероцепторы, так и образование условных рефлексов с различных интероцепторов многих внутренних органов. Установлены общие и отличные черты условных рефлексов с анализаторов внешней и внутренней среды. Значение этих открытий сформулировано Быковым. «Появление условных рефлексов с рецепторов различных внутренних органов, угасание их и образование дифференцировочного торможения не оставляет сомнения в наличии в *коре головного мозга единой информации о колебаниях и изменениях как внешней, так и внутренней для организма среды*»[2] (курсив наш—*Б. А.*).

Интероцептивные, или внутренностные, ощущения являются продуктом *автоанализаторной деятельности* больших полушарий головного мозга.

Фундаментом современных научных знаний о природе внутренностных ощущений является познание деятельности анализаторов внутренней среды организма, обеспечивающих информацию о внутренней среде посредством образования и дифференцировки условных рефлексов с интероцепторов. Анализаторы внутренней среды своими периферическими аппаратами имеют рецепторы внутренних органов, с изучения которых и нужно начать ознакомление с природой внутренностных ощущений.

Интероцепторы

Быков охарактеризовал внутреннюю среду организма как «пространственно ограниченную и мало колеблющуюся, но где заложены все жизненные органы...».[3]

Интероцепторами пронизаны все органы и ткани тела. Интероцепторы тесно связаны с проприоцепторами (чувствительными окончаниями в мышцах и сухожилиях), но и рассматриваемые самостоятельно интероцепторы — «самая грандиозная по топографическому расположению система аппаратов чувствительности... Однако, рассеянные в бесчисленном множестве, они являют собой функционально-единую рецепторную систему».[4]

При всем этом нет оснований считать интероцепторы однородной массой. Физиологические и анатомические исследования свидетельствуют, напротив, о неоднородности и различ-

---

[2] К. М. Быков. Родство и различие безусловных и условных рефлексов. Тр. ВММА, т. XVII. Л., 1949, стр. 11—12.

[3] Там же, стр. 11.

[4] Э. Ш. Айрапетьянц. Интероцептивный условный рефлекс. Тр. ВММА, т. XVII. Л., 1949, стр. 31.

ной природе интероцепторов (как по строению, так и по функции).

Каковы же основные признаки, которые определяют отличие одних интероцепторов от других? Прежде всего было бы предположить, что этими признаками являются зависимости данных интероцепторов от тех внутренних органов, в тканях и сосудах которых они расположены. В этом случае классификация интероцепторов должна была бы производить классификацию внутренних органов. Следовало бы говорить об интероцепторах желудка, тонкой кишки, двенадцатиперстной кишки, желчного пузыря, почек, мочевого пузыря, сердца, артериальных и венозных сосудов и т. д.

Подобная классификация, однако, является формальной, лишь отмечающей приуроченность интероцептора к тому или иному органу, деятельность которого сигнализируется данным интероцептором. Несмотря на важность этого признака, нельзя признать его определяющим, так как в нем не выражена основная зависимость работы всякого рецептора от *качества* или *природы раздражителей*. Кроме того, исследованиями установлено, что в одном и том же внутреннем органе могут иметь место интероцепторы разных видов. Так, например, в желудке обнаружено три различных вида интероцепторов. Этот факт позволяет считать, что физиологические процессы во внутренних органах производят различные физико-химические раздражения чувствительных нервных окончаний.

Определяющими интероцепторы признаками являются качественные признаки тех раздражителей, которые воздействуют на рецептор и порождают в нем нервный процесс. Благодаря этому интероцепторы посылают сигналы в головной мозг о колебаниях и изменениях во внутренней для организма среде, отражающие конечную, физико-химическую природу раздражителей интероцепторов.

Взаимосвязь внутренних органов, их обусловленность условиями жизни организма во внешней среде находит свое выражение *в общности главных видов интероцепторов,* расположенных в самых различных частях внутренней среды.

Обобщив огромный экспериментальный материал лаборатории Быкова, один из его ближайших сотрудников Черниговский выделил общие для различных внутренних органов интероцепторы, а именно: 1) хеморецепторы, 2) терморецепторы, 3) болевые рецепторы, 4) механорецепторы (или барорецепторы, т. е. рецепторы давления). Нетрудно убедиться в том, что интероцепторы сходны с рецепторами внешней среды по качеству тех раздражителей, которые являются источниками их деятельности.

Существование этих основных видов интероцепторов в разных внутренних органах доказано строго объективным методом условных рефлексов, что особенно важно подчеркнуть.

Охарактеризуем вкратце особенности каждого из основных видов интероцепторов.

1. Хеморецепторы во внутренней среде. Они возбуждаются разнообразными химическими раздражителями, проникающими во внутреннюю среду или производимыми в процессе отправлений внутренних органов. Черниговский обрисовал в общих чертах эволюцию хеморецепции. «Способность клеток реагировать на химические раздражения и нужно считать тем свойством, от которого пошла вся хеморецепция», — пишет Черниговский. «...*Хеморецепторы органа вкуса и слизистых оболочек пищеварительного тракта пошли уже в эволюционном развитии по линии специализации. Хеморецепторы, погрузившиеся в глубину организма вместе со всеми внутренними органами, сохранили ту общую чувствительность, которая была свойственна всем хеморецепторам вообще*»[5] (курсив наш. — *Б. А.*).

Особенно важно подчеркнуть очень важную мысль Черниговского об общности внешних (вкусовых) и внутренних хеморецепторов, а также о непосредственной зависимости внутренних хеморецепторов от процесса обмена веществ между организмом и внешней средой.

Специфическими раздражителями хеморецепторов во внутренней среде являются сдвиги в обмене веществ между тканями и органами тела. Те или иные вещества, проникая в ткань, изменяют в ней ход обмена веществ. Иначе говоря, они оказывают свое действие не непосредственно прямым раздражением хеморецептора, а сдвигами в обмене веществ, которые и являются специфическими раздражениями хеморецепторов. Таково, например, действие углекислоты, недостатка кислорода и т. д. Лишь некоторые вещества (например, ганглионарные яды) оказывают непосредственно раздражающее действие на хеморецепторы, что вообще не типично для внутренних хеморецепторов, в отличие от внешних хеморецепторов (например, вкусового). Действие химических раздражителей на внутренностные хеморецепторы в основном связано «с определенными процессами в тканях».[6]

Химические интероцепторы расположены преимущественно в *тканях* внутренних органов, причем основными раздражителями хеморецепторов являются избыток углекислоты и недо-

---

[5] В. Н. Черниговский. Интероцепторы. Тр. ВММА, т. XVII. Л., 1949, стр. 429.

[6] Там же, стр. 423.

статок кислорода во внутритканевом или междутканевом обмене веществ. Многочисленные хеморецепторы обнаружены в тканях слизистой оболочки пищеварительного тракта, селезенки, почек, печени и т. д.

Быков и его сотрудники обнаружили «специфическую чувствительность интероцепторов к тем соединениям, которые образуются в самих органах в процессе их деятельности. При обогащении циркулирующего через селезенку, почку или кишечник перфузата CO_2 наступает изменение общего кровяного давления и особенно резкие сдвиги в дыхательных движениях — учащение ритма и увеличение их амплитуды».[7]

Сложные реакции на химическое раздражение обнаружены в хеморецепторах, например, внутренней секреции (щитовидной железы, надпочечника и т. д.); они играют важную роль в изменении химизма крови, т. е. в собственной биохимической деятельности живого тела.

Биологическое значение процессов обмена для внутренней среды и ее нервной регуляции определяет исключительное значение внутренних хеморецепторов в общей системе интероцепторов.

Возбуждение хеморецепторов всех внутренних органов имеет место тогда, когда химические вещества достигают капиллярной сети и выходят за ее пределы в ткани, производя в них те или иные сдвиги обмена веществ.

Сходство хеморецепторов внутренней среды с внешними хеморецепторами (особенно вкусовыми) было доказано и тонкими гистологическими исследованиями Лаврентьева. Им установлено наличие в тех и других хеморецепторах специальных клеток, штифтики которых раздражаются определенными химическими веществами. Возникшее при этом возбуждение переходит на чувствительное нервное волокно. Черты внешнего сходства клеток обоих хеморецепторов иллюстрируются рис. 29.

2. *Терморецепторы внутренней среды.* Методом условных рефлексов удалось обнаружить существование другого вида интероцепторов во внутренних органах, а именно терморецепторов, раздражителями которых являются измерения температуры органа, обусловленные общим процессом терморегуляции. Айрапетьянц вырабатывал условный двигательный рефлекс с терморецепторов тонкой кишки. Им вводился в фистулу Тири-Велла резиновый баллон, в который вливалась во время опыта холодная вода (температура 6°). Этот раздражитель подкреплялся в опыте электрическим раздражением

[7] К. М. Быков. Кора головного мозга и внутренние органы, 2-е изд. М.—Л., Медгиз, 1947, стр. 153—154.

кожи ноги собаки. После нескольких подкреплений оборонительно-двигательный рефлекс имел место и без действия тока, но при раздражении холодной водой терморецепторов тонкой кишки.

В других опытах Айрапетьянц доказал высокую чувствительность терморецепторов желудка, обнаружив ее посредством дифференцировки условных интероцептивных рефлексов. В его опытах вливание в желудок воды с температурой в 36° подкреплялось пищевым раздражителем, а вливание воды с температурой в 26° не подкреплялось. В последнем случае слюна не выделялась.

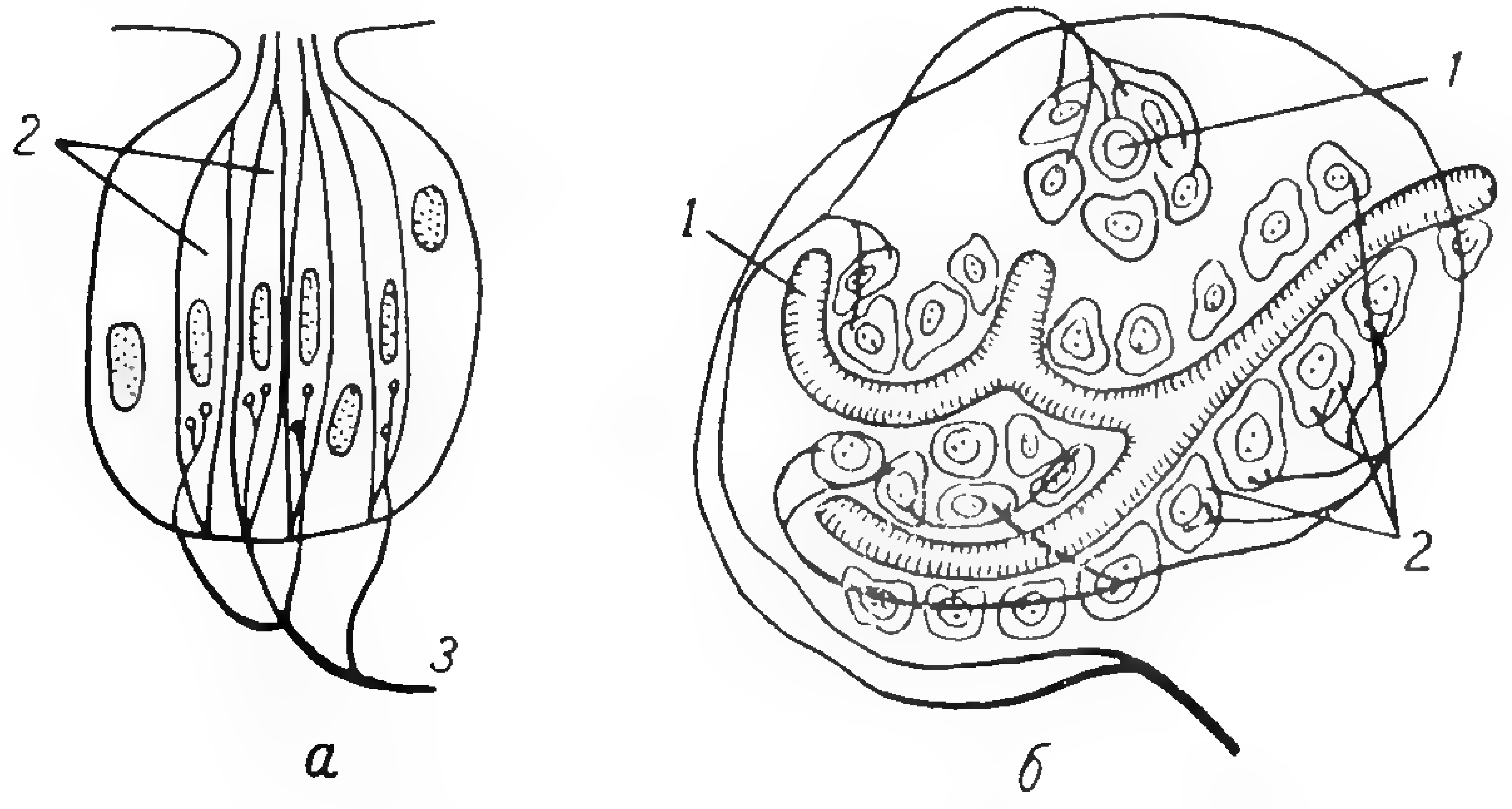

Рис. 29. Схемы хеморецептора и вкусового рецептора (по Б. Н. Лаврентьеву).

а — вкусовой рецептор: *2* — специальные вкусовые клетки; *3* — нервные волокна; *б* — хеморецептор: *1* — артериолы; *2* — специальные клетки.

Эти данные важны не только как доказательство образования и дифференцировки условных рефлексов с интероцепторов, но и как доказательство существования самих терморецепторов во внутренней среде организма.

3. *Барорецепторы внутренней среды.* В широком смысле слова к механорецепторам внутренней среды относятся все рецепторы, специфически возбуждающиеся разнообразными механическими раздражениями. К ним могут быть отнесены и все проприоцепторы, испытывающие механические раздражения от сокращения и растяжения мышц, изменения их тонуса и т. д., что было рассмотрено выше в главе о кинестетических ощущениях. Черниговский подчеркивает общность механорецепторов мышц и сухожилий с механорецепторами внутренних органов. Последние могут быть выделены в особую группу барорецепторов внутренних органов, специфиче-

скими раздражителями которых являются *изменения давления* (понижение или повышение), в связи с чем и объясняется особое распространение барорецепторов в сосудах внутренних органов. Эти рецепторы весьма разнообразны даже в одних и тех же сосудах. Можно сослаться в качестве примера на открытие советским морфологом Смирновым разнообразных барорецепторов в стенке сонной артерии, имеющих форму петель, пуговичных утолщений, сетей, колбочек, сводных нервных окончаний. При незначительном понижении или повышении кровяного давления в общей сонной артерии эти бароре-

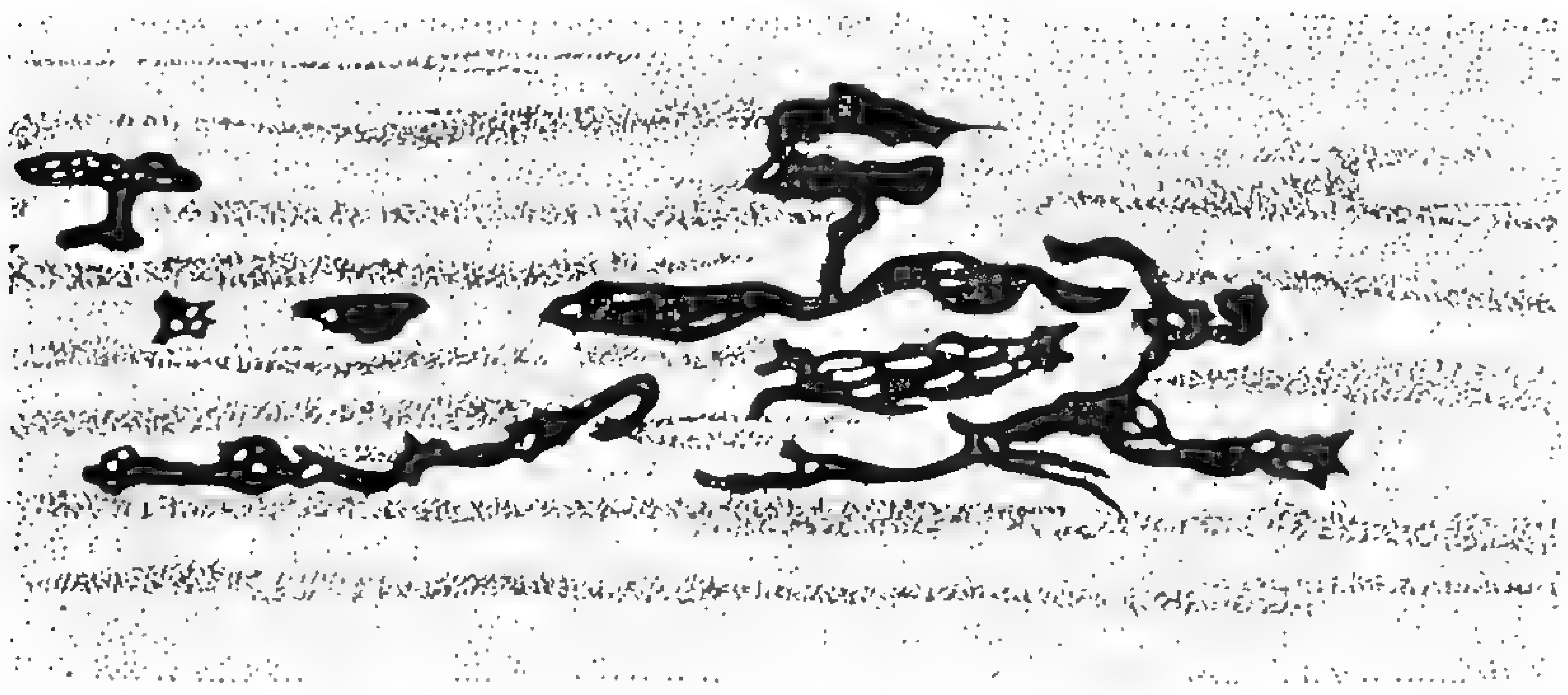

Рис. 30. Барорецепторы в стенке каротидного синуса (по де Кастро)

цепторы раздражаются, в них возникает возбуждение, передающееся по центростремительным нервам в различные отделы нервной системы. О структуре этих барорецепторов можно составить представление по рис. 30.

Барорецепторы обнаружены во многих внутренних органах. Если в слизистой оболочке желудка распространены хеморецепторы и тактильные рецепторы, то в гладкой мускулатуре его стенки преимущественно имеются барорецепторы, раздражителем которых является растяжение желудочной стенки.[6]

Множество барорецепторов имеется в кишечнике, где они раздражаются растяжением кишечной стенки при рефлекторном перемещении пищевой кашицы. Барорецепторы обнаружены в легких: при растяжении легких возникают нервные импульсы в чувствительных окончаниях легочных ветвей блуждающего нерва. Нервные импульсы от барорецепторов

[6] См. подробнее о барорецепторах внутренних органов в кн.: Г. Х. Кекчеев. Интероцепция и проприоцепция и их значение для клиники. М., Медгиз, 1946

легких нередко являются причиной остановки дыхания (апноэ). Сложными и многочисленными являются барорецепторы в сердечно-сосудистой системе. Рецепторы эндокарда являются барорецепторами. Подробно изучены барорецепторы миокарда, а также перикарда. Сердце в целом снабжено системой интероцепторов, наиболее значительными из которых являются именно барорецепторы. В артериальной и венозной системах барорецепторы играют важную роль, сигнализируя о колебаниях и изменениях в кровообращении под влиянием повышения или падения кровяного давления, являющихся раздражителями этих рецепторов.

Барорецепторы имеются в почках, выделительной системе, женской и мужской половой системах и т. д.

Взаимодействие барорецепторов всех внутренних органов имеет важное значение для всего процесса жизнедеятельности организма.

4. *Тактильные рецепторы внутренней среды.* К числу механорецепторов внутренней среды Черниговский относит и те, которые реагируют на тактильные раздражения, т. е. сходные с кожно-механической чувствительностью в отношении прикосновений и трения чувствующей поверхности. Есть основания полагать, что тактильные рецепторы расположены преимущественно в тех частях внутренних органов, которые непосредственно связаны со слизистыми оболочками кожной поверхности тела. Глубоко залегающие внутренние органы или их части значительно меньше снабжены этими рецепторами.

В дыхательной системе тактильные рецепторы имеются в верхних дыхательных путях. «Раздражение механорецепторов гортани и трахеи вызывает торможение дыхания и кашлевой рефлекс, биологическое значение которых заключается в недопущении раздражителя в глубокие дыхательные пути».[9] В пищеварительной системе тактильные рецепторы широко представлены в полости рта, с одной стороны, в прямой кишке — с другой, т. е. на границах внешней и внутренней среды и т. д.

5. *Болевые рецепторы внутренней среды.* Черниговский выделяет среди интероцепторов особую разновидность болевых рецепторов. Специальная физиология и морфология этих рецепторов исследована еще недостаточно. В отношении внутренностной боли наука находится в не менее трудном положении, чем «в отношении поверхностной кожной боли». Явление внутренностных болей может быть объяснимо и без признания особых болевых рецепторов во внутренних органах.

---

[9] Г. Х. Кекчеев. Интероцепция и проприоцепция и их значение для клиники, стр. 33.

Оно может быть объяснимо *сверхпороговыми, весьма интенсивными* раздражениями механо- и хеморецепторов внутренних органов. Установлено, например, что болевые реакции возникают при очень *сильных* тонических сокращениях или растяжениях полостных органов (гладкой мускулатуры пищевода, желудка, кишок, желчного пузыря, кровеносных сосудов и т. д.). С помощью рентгеновского исследования обнаружено, что у больного, страдающего язвой желудка, болевые реакции появляются не в момент попадания пищи в желудок, а во время сильных сокращений пилорической части желудка.

Сверхпороговое раздражение барорецепторов может быть источником внутренностной боли. Подобно этому сверхпороговое раздражение хеморецепторов или тактильных рецепторов может стать таким источником. Но из того, что все интерорецепторы в той или иной мере отвечают болевой реакцией на *сверхпороговые* раздражения, еще не следует, что нет специальных болевых рецепторов, имеющих специфические для них *пороговые* величины болевых раздражений. Подобное предположение диктуется клинической практикой, а также некоторыми патофизиологическими фактами. К ним относится выделение такого специфического фактора внутренностной боли, каким является развитие *воспалительного процесса* во внутренних органах. Независимо от того, имеются ли специальные болевые рецепторы или болевой чувствительностью отвечают все интероцепторы при очень сильных раздражениях, остается фактом то обстоятельство, что болевые импульсы с рецепторов внутренних органов пробивают активную дорогу в кору головного мозга, а поэтому и осознаются чаще и легче всех иных импульсов от внутренних органов.

Из анализа современных научных данных об интероцепторах можно сделать три основных вывода.

1. Мозг человека получает информацию о колебаниях и изменениях во внутренней для организма среде благодаря существованию во всех системах, органах и тканях многочисленных и разнообразных органов чувств, раздражителями которых являются эти колебания и изменения, происходящие внутри организма процессов. Поэтому интероцепторы являются такими же периферическими концами анализатора внутренней среды, какими являются сетчатка, вкусовые бокалы, кортиев орган и т. д. для светового, ротового, звукового и других внешних анализаторов.

2. Функции интероцепторов отличаются от функций внешних рецепторов тем, что они раздражаются колебаниями и изменениями тех или иных общих физиологических деятельностей самого организма, а не внешних условий его существования в окружающей среде. Специфичность интероцепторов

определяется тем, что внутренняя среда пространственно ограничена, она относительно устойчива и постоянная в своих состояниях и т. д. Но внутренняя среда организма не только не обособлена от внешней среды, но определяется теми жизненными условиями окружающего мира, которые определяют само существование организма, формирование и воспроизводство всех основных жизненных процессов (обмена веществ, дыхания, питания и т. д.). Посредством усвоения веществ внешней среды организм строит самое себя, а самые вещества перестраивают многообразные изменения и преобразования во внутренней среде организма, в которой продолжают действовать в преобразованном *физиологическом* виде физико-химические явления и законы, *общие для всей природы*. Поэтому основными раздражителями для интероцепторов являются химические, термические, механические, т. е. многие из тех же объектов внешнего мира, которые являются основными источниками деятельности внешних органов чувств. Иначе говоря, в общности источников внешних и внутренних рецепторов проявляется единство мира, которое заключается в его *материальности*. Но, подчеркивая эту общность, нельзя забывать того, что физико-химические раздражения интероцепторов отличаются от подобных раздражений внешних органов чувств тем, что они составляют компоненты физиологических процессов, т. е. специфической формы *движения органической материи*. Поэтому, как постоянно подчеркивает Быков, эти раздражения следует рассматривать только в связи с целостным организмом и рефлекторно обусловленной взаимосвязью внешних и внутренних отправлений организма.

3. Между внешними и внутренними рецепторами имеется ряд переходов. Эти переходы явно выражены в более поверхностных образованиях (на границах внутренней и внешней среды), что было показано на примерах перехода от вкусовых к внутренним хеморецепторам, от внешних к внутренним тактильным рецепторам и т. д.

В более глубоко залегающих внутренних органах специфичность интероцепторов возрастает, но по мере приближения к поверхности тела (в выделительной, пищеварительной системе и т. д.) вновь обнаруживаются эти переходные формы.

Подобный переход эволюционно обусловлен, так как в процессе усложнения органического развития и форм приспособления к внешней среде имело место погружение внутрь рецепторов, образовавшихся первоначально на поверхности тела. В связи с этим можно предполагать, что образование внешних рецепторов в процессе эволюции предшествовало образованию и развитию интероцепторов.

Все сказанное следует иметь в виду для понимания той взаимосвязи внешних и внутренних анализаторов, которая обнаруживается при изучении организма человека.

Интероцептивные проводники

Вопрос о проводниках, посредством которых интероцепторы связываются с головным мозгом, имеет принципиальное значение, поскольку «каждый орган обладает двусторонней связью с центральной нервной системой. Не только центральная нервная система и особо кора больших полушарий влияет на работу органа, но и самый орган необыкновенно полно информирует нервную систему о своем состоянии и изменяет работу нервных центров».[10]

Эта информация возможна лишь благодаря передаче импульсов возбуждения интероцепторов по определенным чувствующим (афферентным) нервам в центральную нервную систему.

В отношении многих интероцепторов подобные проводники найдены в составе вегетативной нервной системы, непосредственно иннервирующей и регулирующей деятельность внутренних органов. Поэтому первоначально сложилось представление о том, что внутренние органы и их интероцепторы связаны лишь с вегетативной (симпатической и парасимпатической) нервной системой, но не связаны с высшими отделами головного мозга. Однако ныне доказано, что импульсы от интероцепторов доходят до коры головного мозга, что в ней заключен центральный конец интероцептивного аппарата. Очевидно, начальные проводники от интероцепторов идут в составе вегетативных нервов, а затем переходят в систему проводящих путей центральной нервной системы.

По мнению Черниговского, обоснованному на фактах изменения дыхания и кровообращения при интероцептивных раздражениях, замыкание интероцептивных импульсов происходит в центральной нервной системе не ниже *продолговатого мозга*, где чувствующие нервы связываются с двигательными, результатом чего являются разнообразные интероцептивные безусловные рефлексы. Влияние одних внутренних органов на другие возможно и при отсутствии центральной нервной системы, но центральная нервная система обеспечивает более высокий уровень регуляции и взаимодействие внутренних органов. От нижних отделов головного мозга импульсы от интероцепторов идут в более или менее суммированном виде до больших полушарий головного мозга.

---

[10] В. Н. Черниговский. Интероцепторы, стр. 399.

В отношении рецепторов миокарда Лаврентьев установил, что они связаны с мозгом двумя путями: посредством нервных волокон от блуждающего нерва, с одной стороны, нервных волокон от задних корешков спинного мозга, с другой стороны, т. е. имеется связь интероцепторов как с вегетативной, так и центральной нервной системой. От спинного к продолговатому мозгу, а от него к высшим отделам головного мозга интероцептивные импульсы идут в составе проводящих путей головного мозга. Годинов подчеркивает, что поступление интероцептивных импульсов в центральную нервную систему должно происходить постепенно и в нарастающем количестве. Переключение отдельных импульсов на сосудодвигательную секреторную и нервно-мышечную рефлекторную реакцию может иметь место на различных этажах центральной нервной системы, но переключение системных импульсов на двигательное звено рефлексов возможно лишь благодаря мозговому концу интероцептивного анализатора.

Мозговой конец интероцептивного анализатора

Установлено, что «в деятельности внутренних органов мы имеем „многоэтажное" построение регуляторного механизма. Прежде всего стволовая часть головного мозга определяет в каком-то объеме деятельность жизненно важных функций, а высшие отделы мозга, особенно кора больших полушарий, ведают, так сказать, наиболее подвижными частями механизма и определяют работу органов внешних факторов, воздействующих непрерывно на кору головного мозга через экстероцепторы. В то же время сигнализация в кору мозга от внутренних органов о состояниях всего „внутреннего хозяйства" дает возможность, очевидно, скорейшим образом приспособить через большие полушария системы тела, связанные непосредственно с внешней средой, к тем аппаратам, которые обеспечивают метаболизм, циркуляцию и питание».[11]

Основная масса интероцептивных импульсов для коры может быть охарактеризована как подпороговая; часть из этой массы импульсов становится пороговой при суммировании отдельных импульсов.

Мозговой конец интероцептивного анализатора имеет дело именно с *суммированными интероцептивными импульсами,* причем большой силы и биологической важности для поведения, увязки внутренних реакций с системой временных связей с внешней средой.

Очевидно, и в отношении интероцептивного анализатора

[11] К. М. Быков. Кора головного мозга и внутренние органы, стр. 333.

есть основание мозговой конец анализатора рассматривать как сложную совокупность ядра и рассеянных по коре клеток данного анализатора, переслаивающихся с клетками других анализаторов, особенно двигательного. На такое предположение наталкивают многочисленные данные относительно *коркового* представительства безусловных рефлексов и *замыкания* в коре головного мозга интероцептивных условных рефлексов.

Научная разработка проблемы корковой проекции деятельности интероцепторов позволяет уже в настоящее время сделать вывод о том, что «в коре мозга нет очень точной, „точечной" локализации механизмов регуляции внутренних органов».[12]

Есть основание, напротив, говорить об интероцептивной мозаике коры головного мозга, как на это указывают данные Айрапетьянца. Следовательно, по всей коре головного мозга распространены рассеянные клетки мозгового конца интероцептивного анализатора.

Имеется ли, однако, ядро в мозговом конце этого анализатора? В научной литературе имелись предположения относительно корковой проекции интероцептивных импульсов в премоторной области коры головного мозга. В результате удаления этой области у животных Быковым и его сотрудниками было установлено, что возможность передачи в кору корковой регуляции внутренних органов сохранилась. Условнорефлекторные изменения желчеотделений, движений желудка, изменений обмена и т. д. сохранились и после удаления премоторной области в обоих полушариях. На этом основании Быков полагает, что «премоторная область у собак не имеет к „вегетативным" реакциям такого тесного отношения, какое, скажем, затылочная область имеет к функции зрения».[13] Тем не менее известное регулятивное отношение этой области к деятельности внутренних органов было отмечено этими исследованиями. Оно заключается прежде всего в том, что при удалении премоторной области изменяется *темп* корковых влияний на деятельность внутренних органов. Далее отмечено ослабление силы корковой регуляции внутренних органов после удаления этой области и т. д. Возможно предположить, что эти нарушения обусловлены не тем, что удалена именно премоторная зона, но тем, что в связи с ней нарушается целостность структуры коры головного мозга. Но не исключена и другая возможность — что премоторная область является ядром мозгового конца интероцептивного анализатора, но, в отличие от более или менее концентрированного

[12] Там же, стр. 345

[13] Там же, стр. 337.

характера ядерных клеток внешних анализаторов, в интероцептивном анализаторе нет подобной резко выраженной концентрации ядерных клеток как в силу диффузного характера интероцептивных раздражений, так и общебиологической роли их для всей коры головного мозга.

Безусловные и условные интероцептивные рефлексы

Интероцептивные импульсы имеют особое значение для многих основных безусловных рефлексов (пищевых, половых, секреторных и т. д.), с которыми сочетаются те или иные сигналы внешней среды, связывающиеся с теми или иными безусловными раздражителями этой среды.

В структуру каждого безусловного рефлекса входят те или иные вегетативные рефлексы сердечно-сосудистой, дыхательной, пищеварительной, выделительной, половой систем, сочетающиеся с изменениями анализаторов внешней среды, а особенно с двигательным анализатором и изменениями нервно-мышечной системы. Безусловные рефлексы выражают постоянные и коренные *потребности организма в определенных условиях существования.*

На базе каждого из безусловных рефлексов можно образовать любые условные рефлексы при условии связи условных раздражителей с безусловными, имеющими непосредственное и существенное значение для организма в данный момент его существования. Интероцептивные импульсы имеют значение для механизма всех безусловных рефлексов. Но среди них можно выделить такие виды, в которых интероцептивные импульсы имеют ведущее значение. Рассмотрим этот вопрос в связи с классификацией безусловных и условных рефлексов животных и человека, предложенной сотрудником Быкова Слонимом. В своей классификации Слоним намечает следующую схему:[14]

А. *Рефлексы на сохранение внутренней среды организма и постоянства вещества.*	1. Пищевые — обеспечивающие постоянство вещества. 2. Гомеостатические — обеспечивающие постоянство внутренней среды.
Б. *Рефлексы на изменение внешней среды организма.*	1. Оборонительные. 2. Средовые (ситуационные).

[14] А. Д. Слоним. О взаимоотношениях безусловных и условных рефлексов. Тр. ВММА, т. XVII, Л., 1949, стр. 362.

В. *Рефлексы, связанные с сохранением вида.* { 1. Половые. 2. Родительские.

Специально с деятельностью интероцепторов связан первый вид рефлексов.

Важную роль играют интероцепторы в структуре рефлексов, связанных с сохранением вида (В), так как эти безусловные и условные рефлексы включают в себя не только реакции на безусловные и условные признаки особей противоположного пола, но и рефлексы, связанные с определенным функциональным состоянием половой системы, беременностью, кормлением и т. д.

Безусловные и условные рефлексы на изменение внешней среды (Б) в той или иной мере включают интероцептивную сигнализацию и представляют собой увязку внешних и внутренних реакций организма. Однако эти рефлексы нельзя сравнить с рефлексами, непосредственно направленными на регулирование внутренней среды, для которых интероцептивная сигнализация имеет определяющее значение.

«Средовые» безусловные и условные рефлексы заключаются в такой перестройке поведения, которая соответствует изменившимся условиям внешней среды.

Иной биологический характер носят рефлексы в отношении внутренней среды организма. Они основаны на корковой информации об *изменениях и колебаниях* во внутренней для организма среде, но направлены на сохранение внутренней среды в ее устойчивом виде, а особенно на постоянство вещества, которое необходимо для воспроизводства жизненных функций. Особенностью этих рефлексов определяется в свою очередь характер интероцептивной сигнализации.

К рефлексам на сохранение внутренней для организма среды и постоянства вещества Слоним относит пищевые и гомеостатические безусловные и условные рефлексы.

Пищевые рефлексы основаны на сложной взаимосвязи сигналов с внешней и внутренней среды. К ним относятся как общеповеденческие рефлексы, связанные с добыванием пищи и ее потреблением, так и секреторные процессы, рефлексы на обмен веществ, рефлексы гладкой мускулатуры, кишечного тракта и т. д.

К гомеостатическим безусловным и условным рефлексам Слоним относит «все рефлексы поддержания внутренней среды организма и сложные рефлекторные связи, образующиеся по поводу повторяющихся в течение индивидуальной жизни ее нарушений. Сюда относится рефлекторная регуляция дыхания и кровообращения при мышечной деятельности, изменение деятельности почек, рефлексы с рецепторов сосу-

дов, перикарда и брюшины, терморегуляционные рефлексы, обмен веществ, дыхания, потоотделения, пота».[15]

Установлено, что на базе каждого из этих рефлексов вырабатывается множество разнообразных *условных интероцептивных рефлексов.*

Исключительный интерес представляют собой данные об условнорефлекторной регуляции обмена веществ у человека, условнорефлекторная перестройка периодически протекающих физиологических отправлений организма, условнорефлекторная регуляция, взаимодействие внутренних органов и т. д.

Показательными в этом отношении являются опыты Ольнянской в лаборатории Быкова, в которых установлены важные факты условнорефлекторного изменения обмена веществ у человека. Испытуемые Ольнянской совершали определенную мышечную работу, причем ритм работы определялся стуком метронома с ритмом 80 ударов в 1 *мин.* Газообмен определялся за минутные и полуминутные отрезки времени до начала работы, во время работы и после работы. За 5 *мин* до начала работы давалась команда «приготовиться к опыту», за 2 *сек* пускался метроном, и сама работа начиналась по команде «начинайте работу». Уже в первых же опытах оказалось, что газообмен резко повысился под влиянием команды и звука метронома, сочетавшихся с мышечной работой, которая изменяла безусловнорефлекторный газообмен, т. е. образовался условный рефлекс — повышение газообмена на звуковые условные раздражители. Подобные явления условнорефлекторного изменения газообмена были установлены в сложных производственных условиях. Характерно, что условнорефлекторное изменение деятельности внутренних органов у человека легко может быть вызвано словесными сигналами, что доказывает глубокое влияние второй сигнальной системы на внутреннюю среду организма.

Отличие интероцептивных условных рефлексов от условных рефлексов и анализаторов внешней среды

К своеобразным особенностям интероцептивных условных рефлексов относятся следующие:

1. «Для получения прочного интероцептивного условного рефлекса требуется многократное проторение путей, несравненно большее количество сочетаний. Новая связь в первых сочетаниях очень непрочна. Новизна явлений вызывает ориентировочную реакцию. Однако эта новизна с повторением не гасит исследовательского рефлекса, и последний выступает

---

[15] А. Д. Слоним. О взаимоотношениях безусловных и условных рефлексов. Тр. ВММА, т. XVII. Л., 1949, стр. 362.

вновь и вновь, несмотря на уже большое число повторений нового раздражителя. Это же свойство консерватизма в образовании нового рефлекса проявляется и тогда, когда требуется переделать, перестроить однажды закрепленную рефлекторную установку».[16]

2. Условные интероцептивные рефлексы образуются на базе множественно суммированных сигналов с интероцепторов и их сочетания с определенными внешними сигналами.

3. Образование интероцептивного условного рефлекса носит двуфазный характер: в первой фазе корковая сигнализация о состоянии внутренних органов характеризуется «более или менее диффузным влиянием на текущую рефлекторную деятельность коры мозга, создавая в ней колеблющиеся установки. Интероцептивный сигнал в изолированной пробе сам по себе не отражается на эффективном аппарате, но зато другие действующие сигналы, уже закрепившиеся в порядке рефлекторных реакций экстеро- и интероцептивного происхождения, перестраивают изменения. Эти изменения характеризуются или повышением наличного возбуждения, или, напротив, его снижением.

В другой (или следующей) фазе условный сигнал с внутренних рецепторов в соответствии с качеством и силой навязываемого раздражающего агента, а главное с наличием доминантного коркового очага, превращается в явный для эффекторного аппарата сигнал. Его влияние и сцепление с другими условными сигналами становятся столь же явными и непосредственными».[17]

На этой фазе интероцептивный условный рефлекс принципиально уже ничем не отличается от выработанных с внешних анализаторов условных рефлексов.

Установленная Айрапетьянцем двуфазность интероцептивного условного рефлекса имеет особое значение для понимания природы внутренностных ощущений человека. Дело в том, что несмотря на замыкание в коре временных связей с интероцепторов у человека, они часто *не осознаются* человеком в виде определенных ощущений. Из этого делается некоторый общий вывод о том, что интероцептивные условные рефлексы есть материальная основа подсознательных или бессознательных психических состояний человека. Есть основание полагать, что такое предположение действительно основательно по отношению к *первой фазе* развития интероцептивного условного рефлекса. Во второй фазе своего развития интеро-

[16] К. М. Быков. Родство и различие безусловных и условных рефлексов, стр. 12.

[17] Э. Ш. Айрапетьянц. Интероцептивный условный рефлекс, стр. 49.

цептивные условные рефлексы включаются в общую систему временных связей и особенно в систему временных связей второй сигнальной системы человека (в ее единстве с первой). Тем самым создаются материальные условия *осознания внутренней сигнализации,* т. е. расчлененного анализа и синтеза внутренних состояний собственного тела. На это указывает и Айрапетьянц, подчеркивающий, что «процессы развиваются у человека и через этаж второй сигнальной системы, с наличием представлений, знаний...»[18]

Пороги общеорганических ощущений

Как было показано, материальные условия и основы образования внутренностных ощущений своеобразны. Множество сигналов с интероцепторов не достигает коры, а поэтому, естественно, не осознается человеком. Обобщенные интероцептивные сигналы достигают коры, в которой замыкаются между внешней и внутренней сигнализацией. В этом случае *во второй фазе образования интероцептивных условных рефлексов возникает более или менее отчетливое ощущение, отражающее то или иное значительное изменение во внутренней среде. Чрезвычайно важным фактором ощущаемости внутренних сигналов является их временная связь с сигналами внешней среды.*

Чем объясняется чрезвычайная трудность возникновения и сравнительная редкость внутренностных ощущений человека? На этот вопрос ответ дал еще Сеченов, показавший решающую роль центрального торможения в подавлении импульсов от внутренних органов. Поведение высших животных и особенно человека диктуется объективной действительностью, жизненными условиями независимо от человека существующего внешнего мира. Именно к этим условиям и должен быть приспособлен организм, в том числе и его внутренняя среда. До головного мозга доходят лишь те импульсы, которые имеют значение для отношений организма к внешней среде и в связи с этим для сохранения целостности организма.

Павлов показал, что первая сигнальная система тормозит подкорковую систему рефлексов, куда стекаются бесчисленные массы внутренних сигналов. При поражении условнорефлекторной деятельности подкорковая система растормаживается и поведение начинает непосредственно обусловливаться внутренней сигнализацией, что приводит к еще более глубокому нарушению равновесия между организмом и средой.

Черниговский приводит факт цестопатии, формы психиче-

[18] Э. Ш. Айрапетьянц. Интероцептивный условный рефлекс, стр. 59.

ского заболевания, начинающейся со своеобразных ощущений, исходящих от внутренних органов (навязчивое ощущение отсутствия органа или, напротив, необыкновенной его величины и функции). Он делает интересную пробу истолкования этих явлений, полагая, что вследствие ослабления тормозящей роли коры головного мозга эти психические больные становятся «жертвой своих собственных внутренних органов, импульсы от которых, ничем не сдерживаемые, достигают коры головного мозга, включаются в сферу сознания и в конце концов превращают человека в умственного инвалида».[19]

Он правильно замечает, что «жизнь превратилась бы в мучительную пытку, если бы мы все время находились в курсе событий, непрерывно разыгрывающихся в нашей брюшной полости».[20] Поэтому он приходит к заключению, что «в обычных условиях и при отсутствии заболевания мы ничего не знаем о сложных процессах, совершающихся в глубине организма».[21]

Это заключение необходимо уточнить в связи с интересующим нас вопросом *о порогах ощущений*. Нет сомнения в том, что *переход от нормального состояния внутренних органов к тому или иному расстройству их деятельности (заболеванию) составляет порог внутренностных ощущений*. Больше того, переход от одной фазы заболевания к другой, более тяжкой форме также отражается в сознании человека. Равным образом *порогом* внутренностных ощущений является *переход от заболевания к здоровому состоянию органа* (в результате восстановления функций в процессе лечения).

В существовании подобных порогов внутренностных ощущений убеждает вся клиническая практика учета жалоб больных и вся обыденная жизнь. Известный советский терапевт Лурия в этой связи подчеркивал особое значение для диагностической практики врача внутренней картины болезни, которая может быть воссоздана по показаниям динамики внутренностных ощущений больных, заболевающих и выздоравливающих людей.

Но из ранее изложенного понятно, что в данном случае рассматривается *порог болевых органических ощущений*.

Как же обстоит дело с неболевыми интероцептивными ощущениями? Нами, действительно, не сознается весь *непрерывный* цикл физиологических процессов внутри организма в постоянных «обычных» условиях существования. Но мы ощущаем определенные моменты в этих непрерывных циклах. Такими моментами являются *переходы* внешних раздраже-

---

[19] В. Н. Черниговский. Интероцепторы, стр. 421.
[20] Там же, стр. 421.
[21] Там же, стр. 421.

ний во внутренностные (при потреблении пищи, в котором дифференцируются отдельные качества раздражителей: масса, температура, плотность, кислотность или щелочность и т. д.) или, напротив, переходы внутренностных раздражений в раздражение слизистых оболочек поверхности тела (например, позывы к акту дефекации или мочеиспускания). При резких *сменах* деятельности (от нормального шага к бегу и наоборот, от интенсивной мышечной работы к покою) ощущаются изменения сердечно-сосудистой и дыхательной функций и т. д.

В состоянии покоя, при торможении дыхательных аппаратов, усиливаются органические ощущения. Опыты показывают, что такое усиление имеет место после длительного пребывания испытуемого в темной и звуконепроницаемой комнате.

Особенно характерно появление расчлененных и разнообразных внутренностных ощущений у *здорового* человека при резкой смене внешних условий. При подъеме на большую высоту в горах или высотных полетах происходит не только резкое усиление статических (вестибулярных) явлений, но и появление разнообразных внутренностных ощущений, связанных с кислородным голоданием, общим изменением обмена веществ. Это отнюдь не патологическое состояние, но резко измененное нормальное состояние тела, обусловленное переходом человека в другую физическую среду. Усиление внутренностных ощущений имеет место при резкой смене климатических условий. Северянин на юге и южанин на севере проходят длительный период адаптации к новым климатическим условиям, процесс, который сопровождается разнообразными внешними и органическими ощущениями. Можно указать и на такое *физиологическое,* а не патологическое явление, каким является беременность и период лактации и кормления грудного ребенка, который сопровождается на всем протяжении многообразными интероцептивными ощущениями у женщины. Процесс внутриутробного развития ребенка (по крайней мере с 2—3 месяцев беременности) отражается в сознании беременной женщины благодаря массивным импульсам от барорецепторов и механорецепторов вообще, расположенных в матке и яичниках женщины.

Совместно с Торновой мы проследили эволюцию внутренностных ощущений на всех периодах беременности и могли констатировать, что в последние месяцы беременности женщина ориентируется в изменениях положения плода с известной ясностью и объективностью, в основных чертах совпадающих с действительным положением плода. Наконец, можно сослаться на интенсивное развитие внутренностных ощущений у спортсменов в некоторых видах спортивной деятельности (например, легкоатлетов, пловцов и т. д.), соблюдающих опре-

деленный режим физической жизни в соответствии с требованиями своей деятельности, а поэтому наблюдающих за состоянием собственного тела.

Итак, можно сделать общий вывод, что *порогом* общеорганических ощущений при здоровом состоянии внутренних органов является *переход* от одного состояния к другому, в зависимости от более или менее значительной *смены внешних условий и форм деятельности самого человека.*

Имеет место и сенсибилизация (повышение чувствительности) в области внутренностных ощущений в тех случаях, когда от здорового человека требуется особый уход за своим телом, т. е. когда человек *упражняется в определенных гигиенических действиях.* Следовательно, при решении вопроса о порогах внутренностных ощущений нужно ориентироваться на деятельность всех интероцепторов (особенно хемо- и барорецепторов внутренней среды), а не только болевых интероцепторов или сверхпороговых раздражений остальных интероцепторов. При этом надо учитывать внешние условия существования и их изменения, а также характер деятельности человека, предъявляющий определенные требования к общему физическому самочувствию человека.

Основные черты внутренностных ощушений

Основными чертами внутренностных ощущений являются: 1) качество, 2) интенсивность, 3) длительность, 4) пространственная локализация, 5) более или менее резко выраженный эмоциональный тон этих ощущений. *Качество* внутренностных ощущений отражает в обобщенном виде *качество ощущаемых изменений внутренней среды.* В зависимости от характера интероцептивных импульсов этими качествами являются ощущения напряжения или ослабления общего тонуса внутренней среды (при сигналах с барорецепторов внутренних органов, особенно пищеварительной, сердечно-сосудистой, половой систем). Этот момент преобладает в ощущениях голода, жажды, половых ощущениях, спазмах сосудов и сердца и т. д. При сигнализации с хеморецепторов внутренней среды качество внутренностных ощущений приобретает иной характер — реакции на *избыток* или *недостаток* тех или иных веществ в организме (углеводов, солей, кислот, щелочей и т. д.). Эти реакции присутствуют в каждой резко выраженной потребности человека в том или ином роде пищи и питья, т. е. чаще всего опосредованно выступают через изменения потребности в определенных веществах в зависимости от изменения общего состояния организма.

Интенсивность внутренностных ощущений выражается в

постепенном нарастании или ослаблении (напряжении и насыщенности) физических потребностей организма в определенных веществах. Пороговые *величины* интенсивности этих ощущений у человека еще не удалось установить, но нет сомнений в том, что применение метода условных рефлексов к изучению внутренностных ощущений человека разрешит эту трудную задачу.

Длительность внутренностных ощущений определяется относительной инертностью нервных процессов при образовании временных связей с интероцепторов. Эти ощущения возникают медленно и протекают значительно более длительно сравнительно с отдельно взятым ощущением, возникающим под действием внешних раздражителей. Судя по данным сравнительно-физиологического исследования внешних и внутренних рецепторов, можно полагать, что если время скрытого периода реакции внешних анализаторов исчисляется долями секунды, то скрытый период интероцептивных реакций исчисляется минутами. Общая длительность внутренностных ощущений зависит от резкости перехода от одного состояния тела к другому. Ощущение жажды или голода, «сердечной тоски» (при спазмах сосудов и сердца) и т. д. может продолжаться длительно, до удовлетворения потребностей или перехода к покою и т. д., т. е. до того или иного внешнего вмешательства во внутреннюю среду организма.

Пространственная локализация внутренностных ощущений заключается в том, что ощущаемое изменение внутренней среды человек относит в ту область тела, из которой в кору головного мозга поступают интероцептивные импульсы. Надо отметить, что, в отличие от пространственных компонентов «внешних» ощущений, пространственные компоненты внутренностных ощущений носят более диффузный, разлитой характер. Ощущение локализуется в относительно большой области тела (область груди, живота и т. д.), а не в точно ограниченной территории. Это явление находит себе объяснение в том, что до коры головного мозга доходят не отдельные интероцептивные импульсы, а множественно суммированные импульсы. Кроме того, взаимосвязь внутренних органов и их функций исключает возможность точной субъективной локализации процесса. Затрудняет пространственную локализацию и явление реперкуссии, т. е. отраженных болей, которые возникают в одном внутреннем органе под влиянием другого, действительно нарушенного органа и т. д.

Несмотря на все эти объективные трудности как для осознания, так и особенно для пространственного определения изменений внутренней среды, можно отметить, что суммарное, обобщенное отражение места интероцептивной сигна-

лизации постоянно имеет место у взрослого человека. Мы дифференцируем сигналы по их местоположению в груди, брюшине, верхних дыхательных путях, селезенке, печени и т. д. Но характерно, что подобная пространственная дифференцировка вырабатывается в процессе накопления жизненного опыта и связана с высоким уровнем условнорефлекторной деятельности. Маленькие дети не могут произвести подобной пространственной дифференцировки даже болевых интероцептивных сигналов. Большую роль играет также овладение естественнонаучными знаниями о строении и функциях человеческого тела как в общем развитии внутренностных ощущений, так и их пространственной локализации. Влияние второй сигнальной системы на деятельность интероцептивного анализатора у человека весьма значительно.

Особо следует отметить эмоциональный тон общеорганических ощущений. Характерно, что чем ближе деятельность анализатора к внутренней среде организма, тем больше возрастает эмоциональный тон ощущений (т. е. наличие элемента удовольствия или неудовольствия, наслаждения или страдания, осознаваемого возбуждения или угнетения и т. д.). Сравнительно со зрительными или слуховыми ощущениями резко выраженным эмоциональным тоном характеризуются вкусовые и обонятельные ощущения, тесно связанные с пищевым и газовым обменом организма со средой. Резко выраженным эмоциональным тоном обладают многие кинестетические ощущения, механизмы которых тесно связаны с интероцептивными аппаратами. Кожные, вибрационные и другие ощущения приобретают такой эмоциональный тон по мере нарастания силы раздражителя и образования оборонительных двигательных рефлексов. Конечно, эмоциональный тон возможен в ощущениях любого вида, но при условии большой силы и новизны раздражителя, когда вызывается *ориентировочный рефлекс,* который обязательно имеет место при любом интероцептивном сигнале, причем он не угасает на всем протяжении развития временной интероцептивной связи.

Резко выраженный эмоциональный тон внутренностных ощущений определяется тем, что сигнализируемые изменения внутренней среды организма носят суммированный характер, т. е. представляют реакцию *целостного* организма, то или иное общее изменение внутреннего состояния тела. Тем самым определяется необходимость в определенных безусловных рефлексах, сложнорефлекторных установках на сохранение устойчивости внутренней среды и постоянства вещества. Иначе говоря, в динамике внутренностных ощущений находят свое выражение объективные потребности организма. Нельзя не учитывать и того, что в этих случаях вовлекается подкорковая

система, соотношение которой с корой головного мозга имеет важное значение в общем механизме эмоций.

Наиболее существенным условием возникновения эмоционального тона органических ощущений является то, что в них отражается то или иное колебание внутренней среды, которая вносит известные изменения в установившееся равновесие между организмом и внешней средой, нарушает хотя бы в незначительной степени сложившийся динамический стереотип поведения во внешней среде. Известно, что ломка динамического стереотипа может быть источником сильных аффектов. В состоянии здоровья у человека не доходит дело до ломки динамического стереотипа под влиянием интероцептивных импульсов, имеет место лишь его частичное изменение в момент действия этих импульсов. Может иметь место такая ломка, которая, помимо испытываемых человеком физических страданий, доставляет дополнительные страдания невозможностью активной трудовой деятельности и нарушением сложившегося образа жизни.

Поэтому в процессе лечения, равно как и в процессе воспитания, имеют большое значение «перспективные линии» поведения. Врачи должны воспитывать у больных «волю к здоровью», мужество в перенесении болезни и убеждать в возможности восстановления трудоспособности и жизнеспособности. Моральный фактор лечения получил свое материалистическое обоснование в павловском учении о ведущей роли второй сигнальной системы в высшей нервной деятельности человека. Велика роль слова врача в процессе лечения именно благодаря воздействию второй сигнальной системы на деятельность первой сигнальной системы, а через нее на общее состояние всех внешних и внутренних анализаторов. Посредством слова можно не только сенсибилизировать внутренностные ощущения людей в условиях деятельности, которые этого требуют. Посредством слова можно тормозить эти ощущения там, где это необходимо, а особенно — тормозить эмоциональный тон этих ощущений, если он служит дополнительным источником травматизации больного человека.

Культура органических ощущений характеризуется как постоянным наблюдением человека за состоянием своего тела, обеспечивающим постоянное и устойчивое здоровье, так и обеспечением необходимых для этого условий закалки организма, повышения его жизнеспособности, предупреждения заболеваний и т. д. Иначе говоря, эта культура представляет собой *рационально построенное,* основанное на требованиях физического воспитания и гигиены *поведение человека по отношению к собственному телу,* в том числе — внутренней среде организма.

ГЛАВА XV

АССОЦИАЦИЯ ОЩУЩЕНИЙ

Природа и механизм ассоциации ощущений

Особое место в истории психологии занимает учение об ассоциациях, с которыми связаны поиски определенных закономерностей сознания человека.

В этой области психологии удалось найти общее в разнообразных явлениях сознания, обнаружить определенные взаимосвязи между ними, подойти вплотную к объективному порядку этих взаимосвязей.

Значительным вкладом в психологию и смежные науки явилось открытие ассоциаций по смежности и по сходству, а также других видов ассоциаций (построительных, причинно-следственных и т. д.). Было показано, что эти виды ассоциаций являются основными формами взаимосвязей не только между ощущениями и движениями, но и между восприятиями представлений, мыслями, чувствами и поступками человека, т. е. носят общий характер.

Явления ассоциаций были известны уже в античной психологии. Но начало теоретического объяснения этих явлений связано с материалистической философией нового времени. В материалистической философии Гоббса были заложены начала материалистического понимания ассоциаций как отражения в мозгу объективных связей между явлениями внешнего мира.

Одними из первых систематически разработали учение об ассоциациях, как продуктах мозгового отражения материальных связей внешнего мира материалисты Гартли и Пристли. В XVIII столетии значительный вклад в учение об ассоциации внесли французский материализм (особенно Дидро и Гельвеций) и русский материализм (в трудах Ломоносова и Радищева).

Но в первой половине XIX в. в силу ряда общественно-экономических и культурно-идеологических условий господствующее положение заняло идеалистическое направление в учении об ассоциациях. Источником этого направления были главным образом воззрения Юма, которые в применении к психологии ассоциаций были развиты и превращены в систему Дж. Ст. и Дж. Миллями, Бэном, Спенсером (последним в эволюционном ассоцианизме). Идеалистический ассоцианизм нашел свое широкое распространение и в других странах: во Франции (Тэн и частично Рибо), Германии (Эббингауз и др.), России (Троицкий, Ивановский и др.).

Идеалистический ассоцианизм не мог удержать долго господствующих позиций в самой идеалистической психологии, так как принципу ассоциации идеалистическая идеология, особенно в Германии, противопоставила принцип апперцепции, впервые выдвинутый Лейбницем, для которого значительная целостность духа являлась основой основ всех проявлений самостоятельной «духовной» субстанции.

Попытка сочетать принцип ассоциаций с принципом апперцепции в концепции Вундта привела к критике элементов дуализма Вундта со стороны монистического идеализма.

К концу XIX в. и в текущем столетии идеалистическая психология стремится порвать связи с любым ассоцианизмом, даже в его идеалистической форме. Борьба с ассоцианизмом, стремление не только ликвидировать ассоцианизм, но и изгнать самое понятие ассоцианизма из психологии, отрицать весь накопленный научный материал и т. д. характеризует вюрцбургскую психологическую школу, «психологию духа», а особенно структурализм и гештальтпсихологию.

Нетрудно убедиться в том, что борьба этих идеалистических течений против ассоцианизма Миллей, Бэна, Спенсера, Тэна и других была лишь дымовой завесой в острой идейной борьбе идеализма против научного, т. е. материалистического, учения об ассоциациях.

Вопреки идеалистической историографии, в действительной истории психологии именно материализм, а не идеализм прогрессивно развивался и создавал научные основы теории ассоциации.

Со второй половины XIX в. центр этого прогрессивного развития перемещается в Россию, причем это подготовляется всем ходом развития революционной демократии и русского философского материализма, особенно в концепции Чернышевского.

Философский материал XIX в. в России подготовил почву для крупнейших открытий в области естествознания, для прогрессивного научного движения в медицине и педагогике, для

создания основ современной научной психологии Сеченовым.

«Рефлексы головного мозга» Сеченова означали новый этап в развитии материалистического понимания сознания человека, а вместе с тем и проблемы ассоциаций в психологии, особенно ассоциации ощущений.

Для материалиста Сеченова научное объяснение природы представлений и их ассоциаций было тождественным с генетическим изучением происхождения представлений из ощущений и их ассоциаций в свете рефлекторной гипотезы. Начиная с ощущений и их ассоциаций, кончая сложнейшими ассоциациями мыслительного и волевого порядка, Сеченов последовательно вскрывал рефлекторную природу ассоциаций как *общей психологической закономерности*. Но именно поэтому для Сеченова было принципиально важно установить, причем впервые, рефлекторную основу ассоциации ощущений как исходный момент всего психического развития человека.

Он впервые показал, что у истоков всех, даже самых сложных ассоциаций находится *ассоциация ощущений и движений*. Для более сложных явлений характерно сочетание ассоциаций с дизассоциацией, при которой элементы одной ассоциации от нее обособляются и связываются с другой, вновь образующейся.

Для установления зависимости ассоциации представлений от ассоциации ощущений Сеченов широко применял генетический метод исследования, прослеживая ход *образования* психических явлений у маленького ребенка.

В основе каждого психического явления, начиная с ощущения, лежит целостный рефлекторный акт, начало которого находится в возбуждении рецептора под воздействием внешних сил, а конец — в мышечном движении, к которому Сеченов относил и артикуляционное движение речедвигательного аппарата.

С точки зрения Сеченова, *ассоциация есть связь, соединение последовательно или одновременно протекающих рефлексов головного мозга*. Для научного понимания психических актов важно раскрыть условия возникновения и завершения каждого отдельного акта или их ассоциации.

«История возникновения отдельных психических актов, — писал Сеченов, — должна обнимать и начало их и внешнее проявление, т. е. двигательную реакцию, куда относится, между прочим, и речь. В учении о сочетании элементов психической деятельности (т. е. ассоциации. — *Б. А.*) необходимо обращать внимание и на то, что делается с началами и концами отдельных актов».[1]

---

[1] И. М. Сеченов. Избр. философск. и психолог. произв., стр. 255

Здесь Сеченовым сформулировано рефлекторное понимание психических явлений, которые никак не могут быть замкнуты в организме, так как начало и конец их непосредственно связывают организм с жизненными для него условиями внешнего мира. Единство ощущений и движений определяется целостным процессом рефлекса, который имеет начало, середину и конец, как и всякий отдельный, конечный процесс. Но движение само является источником специфического ощущения, а именно кинестетического, мышечно-суставного. Поэтому Сеченов, подчеркивая обязательность двигательной или специально речевой реакции при том или ином завершении рефлекса, считал, что кинестетические ощущения обязательно ассоциируются с любым другим ощущением, а зрительные, слуховые и другие ощущения входят в то или иное сочетание с кинестетическими ощущениями.

Поскольку каждый рефлекс имеет свой *конец* в том или ином двигательном ответе на раздражение органа чувств, постольку продукты рефлекторной деятельности — психические акты прерывны. Но поскольку рефлексы взаимосвязаны, образуя последовательные ряды или цепи, причем переходным элементом, соединяющим звенья этой цепи, являются движения и вызванные ими кинестетические ощущения, постольку психическая жизнь в состоянии бодрствования *непрерывна*. Именно ассоциации рефлексов, если они не заторможены полностью, обеспечивают непрерывность психической деятельности. Но мера этой непрерывности определяется тем, в какой степени образовались прочные ассоциации, в какой мере длина цепей ассоциаций определяет возможность полной активной деятельности, т. е. состояния бодрствования.

Благодаря постепенному расширению круга ассоциаций рефлексов и удлинению цепей ассоциаций постепенно возрастает время бодрствования, а вместе с тем степень активности в состоянии бодрствования. Взрослый человек обязан временем своего бодрствования и активности грандиозному количеству и высокому качеству ассоциаций вообще, но прежде всего ассоциаций ощущений. Поэтому в ассоциациях ощущений скрывается «неисчерпаемое богатство психического развития».

Ощущения не только связываются между собой в той или иной форме ассоциации, но *развиваются* благодаря этим связям, ассоциациям.

Образование и разобщение зрительно-осязательных ассоциаций всегда имеет место в практическом оперировании человека с вещами. В процессе общения образуются зрительно-слуховые ощущения, равно как слухоартикуляционные ощу-

щения, отдельные звенья которых могут затем выпадать или включаться в иные, вновь возникающие ассоциации.

Этот процесс образования цепей ассоциации ощущений, а также их разобщения (дизассоциации) кладет начало развитию всех более сложных психических явлений, образует основу знаний человека о явлениях и связях внешнего мира, а также и самосознания.

«При анализе ассоциированных ощущений человек встречается впервые сам с собой. Отделением в деле ощущений всего субъективного кладется начало самоощущению, самосознанию».[2]

Несомненно, что Сеченов должен быть признан подлинным основателем материалистической теории ассоциации ощущений в XIX в. Им не только впервые была поставлена проблема рефлекторной природы ассоциации, но и доказано, что ассоциации ощущений непосредственно *отражают* одновременно или последовательно существующие связи между явлениями внешнего мира.

В XX столетии Павлов не только раскрыл физиологическую основу ассоциации, которая заключена во временных связях, но и восстановил в правах понятие и принцип ассоциации в психологической науке, разоблачив антинаучный, идеалистический характер борьбы гештальтистов против ассоциативной психологии. Павлов подчеркнул универсальный характер ассоциаций, которые представляют собой объединение не только слов и мыслей, но и впечатлений, а также действий, т. е. имеют место во всех областях психической деятельности мозга, начиная с ощущений.

Ассоциация ощущений определяется непосредственным совместным воздействием внешних предметов на различные анализаторы. При действии комплексного раздражителя или целой суммы разнородных внешних условий образуется временная связь между самими анализаторами; обязательным звеном в этой связи является включенность двигательного кинестического или речедвигательного анализатора, что свидетельствует о рефлекторном, а именно условнорефлекторном механизме этого взаимодействия анализаторов. Условнорефлекторная ассоциация ощущений своим следствием обязательно имеет образование представлений.

Как на животных, так и на человеке были твердо установлены факты ассоциации корковых клеток мозговых концов различных анализаторов. Эти ассоциации являют собой типичный пример временной связи, которая замыкается между

---

[2] И. М. Сеченов. Избр. философск. и психолог. произв., стр. 131.

двумя или несколькими анализаторами при совместном действии внешних сил.

Бесконечная цепь ассоциаций начинается с самого элементарного — «ассоциированной пары» разнородных реакций, из которых образуется одна функциональная единица. Как говорил Павлов, «ассоциированная пара» есть элементарная ассоциация. Их может быть очень много. Затем эти ассоциации могут связываться промеж собой еще раз, образуя связь второго порядка. Если ассоциированные пары связались неправильно, то они не подкрепляются действительностью, если же правильно, то подкрепляются и закрепляются».[3]

От элементарных ассоциаций ощущений до сложнейших ассоциативных речемыслительных целей действует единый закон образования и дифференцировки временных связей.

Итак, несомненно, что *условный рефлекс или временная связь в самом общем ее виде и составляет материальную основу ассоциации ощущений.*

Установление условнорефлекторной природы ассоциации ощущений решает поставленную Сеченовым проблему ассоциации ощущений как продукта последовательного ряда рефлексов головного мозга. Открытый в психологии вид ассоциации *по смежности* объясняется в свете павловского учения.

Как наиболее общая форма временной связи или условного рефлекса, ассоциация по сходству является *генерализацией* условной связи, что позволяет понять ранее таинственный переход от ассоциации по смежности к ассоциации по сходству.

Научный анализ ассоциации ощущений обязательно должен включать в себя исследование закономерностей движения, возбуждения и торможения, их взаимной индукции, определяющих нейродинамику этих ассоциаций.

При установлении любой, даже элементарной ассоциации ощущений общее состояние условнорефлекторной деятельности характеризуется Павловым как определенное, в данный момент существующее состояние *корковой мозаики.* Возбуждение одних частей анализаторов или анализаторов в целом сочетается в то же время с заторможенным состоянием других анализаторов или их частей.

Но корковая мозаика составляет одну сторону высшей нервной деятельности. Именно с этой стороной и связано образование в данный момент конкретной ассоциации. Другой стороной высшей нервной деятельности является динамическая стереотипия в работе коры головного мозга.

Павлов указывал на системный характер временных связей,

---

[3] И. П. Павлов. Полн. собр. соч., стр. 516.

отражающий объективный порядок внешних раздражений в процессе выработки условных рефлексов и дифференцировки.

В силу обусловленности условных рефлексов этим объективным порядком в каждом опыте образуется известная система условных рефлексов.

Павлов усматривал непосредственное значение динамической стереотипии для психической деятельности человека в том, что установка и перестройка динамического стереотипа в изменившихся условиях жизни является материальной основой эмоций, чувствований человека.

Важное значение имеет факт динамической стереотипии и для теории ощущений. Тем более важно это подчеркнуть, что уже самим Павловым установлено, что источник чувствований лежит в установке и смене различных динамических стереотипов. Динамический стереотип объединяет в одно целое явления ощущений и чувствований, определяемые условиями жизни человека. Все общественные обстоятельства жизни человека воздействуют на органы чувств человека посредством *природных свойств* орудий производства или средств потребления, «норм природы» в общении и языке, искусства и т. д.

Поэтому никакое обстоятельство общественной жизни не может существовать для человека без действия этих природных средств.

В каждой производственной, учебной или бытовой деятельности человека объекты ассоциируются в определенной последовательности и порядке. Сочетание звуковых, световых, химических, механических и других раздражителей повторяется более или менее однородно в устойчивых, постоянных условиях жизни. Человек привыкает к сочетанию определенных движений и кинестетических ощущений с определенными слуховыми и зрительными ощущениями (например, запись лекции при слушании и зрительном восприятии лектора). Определенная степень освещенности и звукового фона необходима для постоянных условий определенного цикла движений. Определенный порядок следования одних раздражителей за другими (например, вкусовых за зрительными, артикуляционных за слуховыми и т. д.) формирует из цепи ассоциаций ощущений определенный динамический стереотип, т. е. *целостное поведение по отношению к системе сигналов внешней среды.*

Павлов подчеркивал, что явление динамической стереотипии есть специфическое явление целостности *системности* корковой деятельности.

Поэтому значение ассоциаций ощущений (равно как и более сложных ассоциаций) заключается не только в том, что связываются воедино отдельные элементы индивидуально приобретенного опыта, но и в том, что образуется *целостный акт*

поведения человека по отношению к определенному порядку внешних воздействий, т. е. динамический стереотип, являющийся прежде всего системой ассоциаций.

Имеется обратное воздействие сложившегося динамического стереотипа на воспроизведение ассоциаций, а также их протекание при новых раздражителях. Это обратное влияние заключается в том, что сложившийся стереотип ускоряет и уточняет течение ассоциации в том случае, если действует привычный порядок раздражителей. Ранее сложившийся стереотип вступает в противоречие, тормозит действия новых раздражителей и т. д.

При всех вариациях типов нормальной высшей нервной деятельности побеждают, однако, требования объективной деятельности, определяющие необходимость новых ассоциаций ощущений и более сложных психических явлений.

Виды ассоциаций ощущений

В психологии и физиологии органов чувств накоплен большой экспериментальный материал к характеристике взаимодействия ощущений.[4] Мы можем рассматривать эти данные как систему фактов, характеризующих ассоциацию ощущений.

Все факты взаимодействия ощущений являются фактами ассоциации ощущений, материальной основой которых является замыкание временных связей между мозговыми концами анализаторов.

С этих позиций необходимо классифицировать виды и разновидности взаимодействия ощущений, т. е. их ассоциации.

На основании обобщения научных данных мы выделяем два основных вида ассоциации ощущений: 1) ассоциацию одноименных ощущений, или *интрамодальную* ассоциацию (например, зрительных со зрительными, слуховых со слуховыми и т. д.), 2) ассоциацию разноименных ощущений, или *интермодальную* ассоциацию (например, зрительно-слуховую или обонятельно-вкусовую и т. д.).

Предлагаемый нами принцип классификации ощущений позволяет определить *связь в отражении различных форм движений материи в данной конкретной ассоциации ощущений.*

Основными разновидностями каждого вида ассоциаций ощущений являются: а) одновременная ассоциация по пространственной смежности (одноименных и разноименных) ощущений; б) последовательная ассоциация по временной смежности (одноименных или разноименных) ощущений.

---

[4] См., например: С. В. Кравков. Взаимодействие чувств. М., Изд. АН СССР, 1948.

В ассоциации одноименных ощущений большое значение имеют одновременное или последовательное различение (дифференцировка), *следствием* которого является установление различий или сходства между ощущаемыми раздражителями, степени их отличия вплоть до контрастности. В *ассоциации одноименных ощущений* заложены источники таких видов ассоциации представлений, какими являются ассоциации по смежности, сходству и контрасту.

В возникновении этих видов ассоциации представлений большую роль играют ассоциации *разноименных ощущений*. Их роль особенно велика в образовании восприятия как сложного условного рефлекса на комплексный раздражитель — целостного образа предмета внешнего мира, в возникновении единичных и общих представлений о предметах и явлениях внешнего мира.

Рассмотрим вопрос об ассоциациях одноименных ощущений (или интрамодальных ассоциациях).

Известно, что в мозговом конце анализатора проецируются множественные раздражения чувствительных клеток данных рецепторов. Так, например, от сетчатки, ее палочковых и колбочковых аппаратов направляются большие массы импульсов, которые *анализируются и синтезируются* в мозговом конце светового анализатора. Эти импульсы возбуждаются световым раздражением от *каждой точки* фиксируемого глазом предмета, образуя как бы точечное изображение предмета на сетчатке. Лишь благодаря высшему анализу светового раздражения в мозговом конце анализатора, особенно в его ядерных элементах, происходит синтезирование этих единичных импульсов в целостное изображение отражаемого предмета, его цвета и пространственных признаков.

Известно, что в процессе приспособления к разнородным свойствам каждой формы движения материи сложились разнородные фоторецепторы (палочки, колбочки в зрительном рецепторе), разнородные фоторецепторы в слуховом рецепторе, разнородные густорецепторы во вкусовом аппарате и т. д. Каждый рецептор состоит из множества разнородных чувствительных клеток разных типов, приспособленных к определенным свойствам одной и той же формы движения материи.

Поэтому в мозговой конец анализатора поступают импульсы как *однородные* (например, от палочковых клеток), так и *разнородные* (например, от палочковых и колбочковых клеток). В силу этого возникают два рода ассоциаций зрительных ощущений: ассоциация ахроматических ощущений, или ассоциация хроматических ощущений, с одной стороны, взаимодействие или ассоциация ахроматических и хроматических ощущений — с другой. Подобно этому в мозговом конце

звукового анализатора возникают ассоциации звуковысотных ощущений или сложные ассоциации звуковысотных, тембровых и других ощущений. В мозговом конце вкусового анализатора имеет место не только ассоциация ощущений, например, сладкого вкуса, но и сложная ассоциация ощущений кислого и сладкого, горького и соленого вкусов и т. д.

Поэтому следует различать внутреннеоднородную или внутреннеразнородную ассоциацию одноименных ощущений. Внутреннеоднородной ассоциацией одноименных ощущений является соединение ощущений, отражающих элементы одного и того же свойства данной формы движений материи (например, интенсивности светового потока, действие углеводных соединений, механического раздражения поверхностью предмета однородной фактуры, движения мышц одной группы и т. д.). Суммация однородных импульсов в мозговом конце анализатора обеспечивает переход от неясного ощущения к отчетливому, ясному отражению каждого из отдельных свойств данной формы движения материи.

Ассоциация однородных одноименных ощущений (ахроматических с ахроматическими, звуковысотных с звуковысотными, «кислых» с «кислыми» и т. д.) в свою очередь протекает в неоднородных внутренних условиях. Так, например, ахроматические импульсы сочетаются друг с другом как в том случае, если они поступают из палочковых аппаратов *одного* глаза, так и в том случае, когда они поступают из палочковых аппаратов *обоих* глаз. В этих случаях корковая мозаика процессов возбуждения и торможения в мозговом конце анализатора оказывается пространственно различной. То же следует сказать в отношении раздражений звуком одного или обоих ушей, химического раздражения одной или обеих половин обонятельного и вкусового аппаратов и т. д.

Взаимодействие одноименных ощущений, как видим, протекает в различных условиях и носит различный характер. Оно может быть: а) внутреннеоднородным, б) внутреннеразнородным, в) односторонним (например, монокулярным, монорическим, или монауральным) или двусторонним (бинауральным, бинокулярным, или динорическим, и т. д.).

Каждая из этих ассоциаций есть не простое рядоположение, не пассивное присоединение одного однородного к другому однородному или разнородным ощущениям, а активное взаимодействие ощущений, выражающее ту или иную форму взаимной индукции нервных процессов. Поэтому при ассоциации однородных одноименных ощущений наблюдаются уже известные нам явления светлотного или цветового контраста, звукомаскировки и т. д.

При ассоциации разнородных одноименных ощущений на-

блюдаются различные индуктивные отношения между ахроматическим и хроматическим зрением, усиление звукомаскировки или вкусомаскировки, сенсибилизация одних ощущений под влиянием других разнородных одноименных ощущений (например, ощущений зеленого цвета под влиянием ощущений красного цвета, ощущений сладкого вкуса после предшествующего действия горького вкуса и т. д). Исключительное значение имеет ассоциация последовательных разнородных одноименных ощущений для человеческого слуха и речи. Чередование и сочетание ощущений гласных и согласных звуков, образующих слог, ассоциация слогов в слове, слов в предложении образуются постепенно в индивидуальном развитии ребенка.

При ассоциации двусторонних одноименных ощущений (как однородных, так и разнородных) наблюдается борьба чувственных полей (полей зрения, полей слуха и т. д.) в бинокулярном зрении, бинауральном слухе, диринческом обонянии и т. д.

Подобные ассоциативные процессы происходят как при одновременном, так и разновременном (последовательном) взаимодействии одноименных ощущений. Очевидна необычайная множественность ассоциации ощущений даже в пределах одного анализатора.

Ассоциирование зрительных ощущений создает возможность бесконечных сочетаний одиночных ощущений с разнообразными массами других зрительных ощущений (одновременных или последовательных, однородных или разнородных, односторонних или двусторонних).

Ассоциирование одноименных ощущений имеет два важнейших следствия: 1) увеличивается во много раз число связей, в которые входит каждое отдельное ощущение, а вместе с тем усиливается его влияние на поведение человека; 2) накапливаются множественные взаимосвязанные ощущения, *повторное ассоциирование* которых образует первичные образы памяти и представления.

Сеченов подчеркивал, что представление есть воспроизведение или след не отдельного ощущения, а взаимосвязанной группы однородных ощущений. *Ассоциация ощущений и есть след, сохраняемый в индивидуальном опыте человека*, т. е. представление.

Эти следствия ассоциации ощущений приобретают еще большее значение в процессе *ассоциирования разноименных ощущений*.

Условнорефлекторный механизм ассоциации разноименных ощущений обнаруживается с чрезвычайной ясностью. При одновременном или особенно последовательном ассоцииро-

вании разноименных ощущений одни из ощущений вызываются сигналом, условным раздражителем. Зрительное ощущение вида пищи связывается со вкусовыми ощущениями самой пищи в процессе пробы и еды. После повторных сочетаний цвета и формы лимона с ощущением кислоты вкуса достаточно возникнуть зрительным ощущениям от вида лимона для того, чтобы во рту появилось ощущение кислоты или вяжущего вкуса.

Оптические сигналы пищи сами вызывают зрительные ощущения, включенные в ту или иную цепь зрительно-вкусовых ассоциаций.

Не только у животных, но и у человека *запах* пищи является *сигналом* разнообразных *вкусовых* ощущений, так как в опыте закреплены многие разнородные обонятельно-вкусовые ассоциации. Форма, размеры, цвет и другие *оптико-пространственные качества* предмета являются *сигналом* тактильных и кинестетических ощущений, обычно имеющих место при *ощупывании* этого предмета. *В каждой* ассоциации разноименных ощущений есть свои *сигнальные,* т. е. связанные с условными раздражителями другого анализатора, элементы, которые временно связываются с ощущениями, связанными с безусловнорефлекторными актами, в которые включен определенный анализатор. Эти сигнальные элементы в ассоциации разноименных ощущений приобретают всевозрастающее *регулирующее* значение в процессе умственного развития человека. В связи с этим становится понятной *особая роль звуковых сигналов от человеческой речи,* которые *предшествуют* или сопровождают в виде *наименования, обозначения* тот или иной предмет, его качества, действия, обстоятельства места, времени и пространств и т. д. Слухоречевые ощущения от звуковых сигналов языка входят сигнальными элементами в каждую ассоциацию разноименных ощущений. Универсальность, всеобщность *участия слухоречевых ощущений в любых разноименных ощущениях* является причиной того, что как ощущения, так и представления о предметах внешнего мира неотделимы от их обозначения словом.

Но, как известно из павловского учения, слово есть не простой сигнал, а «сигнал сигналов», обобщенный и абстрагированный от многих предметных свойств. *Включение診 речеслуховых ощущений в любые ассоциации разноименных ощущений обозначает обязательное включение временных связей второй сигнальной системы в систему временных связей первой сигнальной системы.*

Самый процесс формирования речи у ребенка происходит в значительной степени благодаря тому, что звуковые сигналы языка в процессе общения взрослых с ребенком связываются

в деятельность речедвигательного аппарата. Иначе говоря, *речь первоначально формируется как ассоциация слухоартикуляционно-кинестетическая,* причем сигнальную роль выполняют именно речеслуховые ощущения. Поэтому поражение в детстве речевого слуха тормозит развитие артикуляции, несмотря на сохранность речедвигательного анализатора, так как разрушается или не сформировывается необходимая для нормального говорения слухоартикуляционная ассоциация.

Усвоение ребенком первоначальной грамоты, особенно письма, означает дальнейшее усложнение *ассоциативных процессов речи.* К слухоартикуляционным связям добавляются новые элементы: ощущения оптико-пространственных признаков букв, являющихся знаками определенных звуков речи, и кинестетические ощущения пишущей руки. Ассоциативный ряд удлиняется и усложняется, превращаясь в слухоартикуляционно-зрительно-кинестетическую ассоциацию, которая и является типичной для речевой деятельности взрослого грамотного человека. Достаточно одного или двух звеньев этой ассоциативной цепи для того, чтобы в памяти человека возник целостный образ слова или предложения. Конечно, речь не может быть сведена к этим ассоциациям, так как сущность слова заключена в его обобщенности и абстрагированности от тех или иных предметных свойств. Но поскольку слово *слышимо или видимо,* постольку оно реально существует в тех или иных ассоциативных формах. Постоянным ассоциативным звеном в восприятии или произнесении, чтении или письме является *слухоартикуляционная ассоциация.*

Каким бы акт поведения человека мы ни рассматривали, в нем возможно обнаружить постоянное звено в той или иной ассоциации. Таким звеном является *кинестетическое* ощущение, возникающее вследствие ответного *движения* на то или иное раздражение, т. е. *моторного конца условного рефлекса.* Тот факт, что акт видения есть зрительно-кинестетическая ассоциация, акт слушания — слухо-кинестетическая ассоциация, акт ощупывания — тактильно-кинестетическая ассоциация, акт нюхания — обонятельно-кинестетическая ассоциация и т. д., — свидетельствует об обязательном наличии в сенсорных процессах ощущения от рефлекторного движения в ответ на оптические, звуковые, механические, химические и другие раздражения анализаторов. Все это прямо доказывает, что сенсорные процессы есть продукт рефлекторной деятельности коры в целом, а не только изолированного анализатора.

Связь между определенным анализатором (например, световым) и тем или иным двигательным аппаратом является временной, условной, обусловленной временными связями организма с внешними условиями существования.

В одном случае зрительные ощущения входят в ассоциативные отношения с *кинестетическими ощущениями рабочих движений* рук, образуя зрительно-моторную координацию в трудовых действиях, акте письма и т. д. В других случаях зрительные ощущения входят в ассоциативные отношения с кинестетическими ощущениями от *акта ходьбы*, т. е. сложной координации движений опорно-двигательного аппарата. Многообразны ассоциативные отношения зрительных ощущений с кинестетическими ощущениями *рабочей позы*, т. е. стационарного возбуждения координированных двигательных систем всего тела. Более многообразны ассоциативные отношения зрительных ощущений с ощущениями от движений речедвигательного аппарата, прежде всего от артикуляционных движений и т. д.

Во всех этих случаях образуется целостная зрительно-кинестетическая ассоциация; формы кинестезии меняются в каждой отдельной зрительно-кинестетической ассоциации, но всюду кинестетический компонент является обязательным. Подобное же положение типично для связей, образуемых с любого другого анализатора (звукового, тактильного и т. д.).

Вот почему Сеченов считал необходимым обращать внимание на то, что делается с *началами и концами рефлексов*. Вот почему Павлов считал функции *двигательного и речедвигательного* аппаратов имеющими всеобщее значение для любой условнорефлекторной деятельности.

В свете этих положений теряет всякий научный смысл метафизическое противопоставление *ощущения и движения*. В действительности же ощущение любой модальности *не только превращается в движение того или иного двигательного аппарата*, но и порождается движениями (кинестетическое ощущение), которые обязательно входят в ту или иную интермодальную ассоциацию, т. е. *ассоциацию разноименных ощущений*.

Сеченовская идея о том, что всякая сложная умственная деятельность в конечном счете сводится к движениям в форме *дела или слова*, того и другого *одновременно или раздельно*, является исключительно плодотворной в деле развития рефлекторной теории сознания. Серьезнейшей научной проблемой является то, почему ощущения любой модальности в одних случаях связываются с артикуляционными движениями, а в других — с движениями других двигательных аппаратов тела.

Разнообразные ассоциации разноименных ощущений отличаются друг от друга не только своим чувственным составом, т. е. из каких ощущений они состоят, но и характером образования. По характеру образования и протекания ассоциации разноименных ощущений могут быть *одновременными*

(например, при одновременном видении и ощупывании предмета и т. д.) или последовательными (например, видение пищевого объекта и его вкусовая проба). В зависимости от того, участвуют ли импульсы от обоих глаз, обеих рук, обоих ушей и т. д. или от одного глаза, одной руки и т. д., ассоциации могут быть односторонними (например, прицеливание правым глазом при стрельбе правой рукой) или двусторонними (например, чтение нот обоими глазами при игре на рояле двумя руками). Могут быть и сложные смешанные односторонне-двусторонние связи (например, запись одной правой рукой при конспектировании, чтении текста двумя глазами и т. д.).

Взаимная индукция нервных процессов протекает в особенных формах в каждом из вышеописанных случаев.

Непосредственным результатом последовательных или одновременных ассоциаций разноименных ощущений является ассоциация представлений *по смежности*.

Более обобщенным и сложным продуктом ассоциации ощущений, протекающей у человека при обязательном участии временных связей второй сигнальной системы, является ассоциация по сходству и контрасту.

Влияние ассоциаций ощущений на динамику чувствительности

Существенным моментом ассоциации разноименных ощущений является изменение уровня чувствительности одного анализатора под влиянием сопряженных раздражений других анализаторов.

Ассоциирование работы какого-либо анализатора с деятельностью других анализаторов изменяет функциональное состояние временно связываемых анализаторов. Повышать чувствительность одного анализатора можно не только прямым путем, упражняя его функции, но и косвенным путем, воздействуя на него через раздражения других анализаторов.

Имеются данные, свидетельствующие о том, что чувствительность какого-либо анализатора может быть изменена *подпороговыми* раздражениями других анализаторов. Но особенно важны те данные, которые говорят о взаимодействии ощущений в процессе их ассоциирования, имеющего уровень чувствительности *ведущего* в данной ассоциации ощущений анализатора.

Подробнее всего изучена в этом отношении динамика изменения зрения под влиянием раздражения других анализаторов. Начало точному исследованию этих сдвигов положил Лазарев. Кравковым и его сотрудниками были установлены

условия изменения зрительной чувствительности под влиянием одновременных раздражений слухового аппарата. Кравковым наблюдалось, например, снижение чувствительности ахроматического зрения на 20% при действии на слуховой аппарат сильного шума авиационного мотора. В этом случае мы имеем дело с внешним торможением, возникающим при действии на кору сильных раздражителей, вызывающих ориентировочный рефлекс. Слабые звуковые раздражители, вызывающие едва заметные слуховые ощущения, напротив повышают чувствительность сумеречного и хроматического зрения, что может быть объяснено явлением во взаимодействии нервных центров, при котором побочные раздражения усиливают возбуждение господствующего в данных условиях нервного центра. Принцип доминанты Ухтомского есть также формулировка взаимной индукции нервных процессов.

Кравков обнаружил факт повышения чувствительности цветового зрения под влиянием продолжительно действующего, но средней громкости звукового раздражителя.

Об условнорефлекторном характере подобного изменения чувствительности одного анализатора под влиянием сопряженного раздражения другого прямо говорят опыты Севрюгиной в лаборатории Кравкова, а затем опыты Мирошной-Тонконогой и других в нашей лаборатории.

Образовавшаяся в этих опытах слухо-зрительная ассоциация обеспечивала повышение чувствительности светового анализатора.

Установлено определенное действие звуков различных тонов: высоты, длительности, громкости и т. д. на ахроматическое и хроматическое зрение. Оказалось, что это действие различно по отношению к белому и черному цветам в ахроматическом зрении, красным и зеленым, желтым и сине-фиолетовым цветам, когда часто обнаруживается противоположный эффект. Усиление слуховых ощущений под влиянием светового и хроматического раздражителей имеет место при слабых раздражениях, ослабление слуховых ощущений — при действии световых раздражителей большой интенсивности, создающих как бы второй конкурирующий очаг возбуждения.

Различный эффект (повышения или понижения чувствительности) наблюдался при сопряженном действии на световой анализатор света и запаха, света и вкусовых раздражителей, различных интероцептивных раздражителей, болевых и тактильных раздражителей и т. д.

Так, Кекчеев установил, что чувствительность ночного зрения повышается под влиянием сопряженного действия раздражителей кислого вкуса, определенного пищевого режима и т. д. При запрокидывании головы назад чувствительность све-

тового анализатора понижается, при обычной рабочей позе точность наблюдения повышается. Установлено влияние кинестетических и вестибулярных раздражений на функциональное состояние светового и звукового анализаторов. Установлено повышение тактильной, зрительной, слуховой, обонятельной чувствительности под влиянием слабых болевых раздражений, что обусловливается биологической защитной ролью оборонительно-двигательных рефлексов и т. д. Разнообразны факты изменения чувствительности вкусового аппарата под влиянием сопряженного действия запахов, звуков, цвета, тактильных раздражений и т. д. Обонятельный анализатор изменяет свою чувствительность под действием разнообразных, сопряженных с запахом раздражителей.

Особенное значение имеет *подкрепление* образующихся временных связей (пищевое или речевое и т. д.) той или иной *общей* для работы связываемых анализаторов *действительностью*. Поэтому изменение чувствительности одного анализатора при сопряженной деятельности других анализаторов является *закономерным следствием* условнорефлекторной деятельности. В определенных жизненных условиях ведущим оказывается тот или иной анализатор, возбуждение которого усиливается торможением мозговых концов других анализаторов (положительная индукция). В таких условиях наблюдение усиливается слабыми, но пороговыми (ощущаемыми) раздражениями звукового, обонятельного и других анализаторов. В других условиях слушание усиливается за счет слабых ощущаемых раздражений светового, обонятельного, тактильного и других анализаторов. При резком усилении побочных раздражений происходит образование других очагов возбуждения, тормозящих деятельность данного анализатора, и т. д.

Взаимодействие анализаторов обусловлено поэтому конкретными условиями внешней среды и деятельности человека, определяющих преобладание или подчинение деятельности одного анализатора другим анализаторам, связанным с ним условнорефлекторным механизмом.

Из вышеизложенного следует, что: 1) взаимодействие анализаторов осуществляется условнорефлекторно, изменяясь с изменением внешних условий; 2) это взаимодействие протекает по законам взаимной индукции нервных процессов, их движения в коре головного мозга; 3) при ассоциировании ощущений в процессе условнорефлекторного взаимодействия анализаторов изменяется уровень чувствительности, а следовательно, готовность к новым реакциям ведущего в данной ассоциации анализатора.

Последнее положение особенно важно, с учетом того факта, что образование ассоциации с тем или иным ведущим

звеном оказывает то или иное преобразующее действие на уровень чувствительности, т. е. пороговую характеристику данного вида ощущений.

Имеются основания предположить, что интермодальные ассоциации генетически предшествуют образованию ассоциаций интрамодальных. Об этом же свидетельствуют данные восстановительной терапии при афазиях и агнозиях, а также ассоциативного возмещения дефекта при слепоте, глухонемоте и слепоглухонемоте.

Интермодальные ассоциации ощущения выражают целостность чувственного отражения человеком объективной действительности, единства материального мира.

ЛИТЕРАТУРА

Маркс К. Капитал, т. I. М., Госполитиздат, 1952.

Энгельс Ф. Диалектика природы. М., Госполитиздат, 1953.

Энгельс Ф. Анти-Дюринг. М., Госполитиздат, 1950.

Ленин В. И. Материализм и эмпириокритицизм. Соч., т. 14.

Ленин В. И. Философские тетради. Соч., т. 38.

Авербах М. И. Офтальмологические очерки. М. — Л., Медгиз, 1949.

Айрапетьянц Э. Ш. Интероцептивный условный рефлекс. Тр. ВММА, т. XVII. Л., 1949.

Айрапетьянц Э. Ш. К вопросу об эволюции взаимодействия внешних и внутренних рецепторов. Сб. «Эволюция функций нервной системы». М., Медгиз, 1958.

Айрапетьянц Э. Ш. (ред.). Вопросы сравнительной физиологии анализаторов. Изд. ЛГУ, 1960.

• Александрова М. Д. О пространственной динамике зрительного восприятия формы. Материалы университетской психологической конференции. Изд. ЛГУ, 1949.

• Александрова М. Д. О пространственной динамике зрительного восприятия формы. Автореф. дисс. Л., 1951.

• Александрова М. Д. О качественной характеристике пространственных порогов зрительного восприятия. Уч. зап. ЛГУ, № 147, 1953.

• Ананьев Б. Г., Л. М. Веккер, Б. Ф. Ломов, А. В. Ярмоленко. Осязание в процессах познания и труда. М., Изд. АПН РСФСР, 1959.

Ананьев Б. Г. К постановке проблемы чувствительности. Тр. Ин-та мозга им. Бехтерева, т. XIII. Л., 1940.

Ананьев Б. Г. (ред.). Исследования по проблеме чувствительности Тр. Ин-та мозга им. Бехтерева. Л., 1940.

Ананьев Б. Г. Индивидуальные различия чувствительности. Журн. невропатологии и психологии, 1941, № 3.

Ананьев Б. Г. Психофизиологические вопросы военной маскировки. «Психология», т. II. Тбилиси, 1944.

Ананьев Б. Г. Очерки психологии. Лениздат, 1945.

Ананьев Б. Г. К психологической теории ощущений. Сб. «Проблемы психологии». Изд. ЛГУ, 1947.

Ананьев Б. Г. О монокулярной локализации объекта в пространстве. Сб. «Проблемы психологии». Изд. ЛГУ, 1947.

Ананьев Б. Г. К проблеме восприятия. Уч. зап. ЛГУ, № 115, 1949.

Ананьев Б. Г. Проблема представлений в советской психологической науке. Философские зап. АН СССР, т. V. 1950.

Ананьев Б. Г. Проблема парной работы больших полушарий головного мозга в учении И. П. Павлова и психологии. Сб. «Учение И. П. Павлова и философские вопросы психологии». М., Изд. АН СССР, 1952.
Ананьев Б. Г. Развитие механизмов пространственного различения. Сб «Вопросы детской и общей психологии». М., Изд. АПН РСФСР, 1954.
Ананьев Б. Г. Функциональные асимметрии в осязательно-пространственном различении. Уч. зап. ЛГУ, № 189, 1954.
Ананьев Б. Г. Пространственное различение. Изд. ЛГУ, 1955.
Ананьев Б. Г. Труд как важнейшее условие развития чувствительности. «Вопросы психологии», 1955, № 1.
Ананьев Б. Г. Ассоциация ощущений. Уч. зап. ЛГУ, № 203, 1955
Ананьев Б. Г. (ред.). Формирование восприятия пространства и пространственных представлений у детей. «Известия АПН РСФСР», т. 86, М., 1956.
Ананьев Б. Г. К теории осязания. Совещание по вопросам психологии. М., Изд. АПН РСФСР, 1957.
Ананьев Б. Г. Ощущение и потребности. Уч. зап. ЛГУ, № 235, 1957.
Ананьев Б. Г. Воспитание и развитие пространственных представлений у детей. Тр. Всеукраинской психологической конференции. Киев, 1957.
Ананьев Б. Г. Вклад советской психологической науки в теорию ощущений. «Вопросы психологии», 1958, № 1.
Ананьев, Бахтадзе и Глонти. О применении психофизиологии в комплексной диагностике поскоммоуционноконтузионных состояний. «Вопросы психофизиологии в клинике чувствительности», Л., Изд Ин-та мозга им. Бехтерева, 1947.
Ананьев Б. Г. и А. Н. Давыдова. Опыт исследования бимануального осязания. Уч. зап. ЛГУ, № 115, 1949.
Ананьев Б. Г. и А. И. Торнова. Сенестезия и схема тела. «Советская невропсихиатрия», т. XV. Л., 1941.
Андреев И. Диалектический материализм о процессе познания. М Госполитиздат, 1954.
Анохин П. К. Особенности афферентного аппарата условного рефлекса и их значение для психологии. «Вопросы психологии», 1955, № 6
Беллярминов Л. Г. Офтальмологическая оптика. Л., Главная палата мер и весов, 1928.
Беритов И. С. Общая физиология мышечной и нервной системы М.—Л., Биомедгиз, 1937.
Беркенблит З. М. Изменение болевых ощущений под влиянием представлений о боли при различных типах раздражителей. Тр Ин-та мозга им. Бехтерева, т. XV. Л., 1947.
Беркли Д. Трактат о началах человеческого знания. СПб, 1905.
Беркли Д. Опыт новой теории зрения. Казань, 1913.
Бернштейн Н. А. О построении движений. М., Изд. АН СССР. 1947
Бехтерев В. М. Общие основы рефлексологии человека. М. - Л., Медгиз, 1927.
Бехтерев В. М. Мозг и его деятельность. М. — Л., ОГИЗ, 1930
Богуш Н. Р. О явлениях последействия в зрительном и двигательном анализаторах. Тр. совещания по психологии. М., Изд. АПН РСФСР, 1957.
Бойко Е. И. (ред.). Вопросы изучения высшей нейродинамики в связи с проблемами психологии. М., Изд. АПН РСФСР, 1957.
Бондарцев А. С. Шкала цветов. М., Изд. АН СССР, 1954
Бронштейн А. И. О сенсибилизации органов чувств. Тр. ВМА им Кирова, т. 34. Л., 1941.
Бронштейн А. И. Вкус и обоняние. М., Изд. АН СССР, 1950.
Бруксон М. Г. К вопросу о взаимодействии монокулярных функций Уч. зап. ЛГУ, № 147, 1953.

Бушурова В. Е. О первоначальном формировании функциональной асимметрии рук в связи с дифференцировкой направлений пространства. «Известия АПН», т. 86. М., 1956.

Бушурова В. Е. К вопросу об анализе времени в процессе формирования трудовых навыков у учащихся 7—8 классов. «Вопросы психологии», 1958, № 2.

Быков К. М. Кора головного мозга и внутренние органы, 2-е изд. М. — Л., Медгиз, 1947.

Быков К. М. Родство и различие безусловных и условных рефлексов. Тр. ВММА, т. XVII. Л., 1949.

Бычков М. С. Биоэлектрические явления в моторной зоне коры головного мозга и в мышцах при так называемом идеомоторном акте. Уч. зап. ЛГУ, № 147, 1953.

Вавилов С. И. Глаз и солнце. М., Изд. АН СССР, 1950.

Вавилов С. И. и М. В. Севастьянов (ред.). Оптика в военном деле. М. — Л., Изд. АН СССР, 1945.

Валлон А. От действия к мысли. М., ИЛ, 1956.

Васильев Л. Л. (ред.). Физико-химические основы нервной деятельности. М. — Л., Биомедгиз, 1936.

Введенский Н. Е. Физиология нервных центров. Полн. собр. соч., т. V. Изд. ЛГУ, 1954.

Вебер М. Приматы. М. — Л., Биомедгиз, 1935.

Веденов А. В. К вопросу о динамике обонятельных ощущений. Тр. Ин-та мозга им. Бехтерева, т. XIII. Л., 1940.

Веккер Л. М. Об осязательном образе как регуляторе движений руки. Уч. зап. ЛГУ, № 203, 1935.

Веккер Л. М. О динамике осязательного образа в зависимости от характера движения. Сб. «Проблемы психологии». Изд. ЛГУ, 1948.

Веккер Л. М. Некоторые закономерности динамики осязательного образа. Автореф. дисс. Л., 1951.

Веккер Л. М. К проблеме осязательного восприятия. Уч. зап. ЛГУ, № 147, 1953.

Веккер Л. М. О сигнальной функции психического. «Вопросы психологии», 1955, № 4.

Веккер Л. М. О некоторых вопросах теории осязательного образа. Тр. совещания по психологии. М., Изд. АПН РСФСР, 1957.

Войтонис Н. Ю. Предыстория интеллекта. М., Изд. АН СССР, 1949.

Воронова Р. А. О дифференцировке пространственных сигналов у детей с поражением опорно-двигательного аппарата. Уч. зап. ЛГУ, № 185, 1954.

Воронова Р. А. Опыт изучения различия пространственных отношений у детей, имеющих поражение опорно-двигательного аппарата. «Известия АПН», вып. 86. М., 1956.

Воячек В. И. Основы отоларингологии, 2-е изд. М. — Л., Медгиз, 1937.

Вудвортс. Экспериментальная психология. М., ИЛ, 1950.

Вул И. М. К вопросу о генезисе кожной чувствительности. Тр. Ин-та мозга им. Бехтерева, т. XIII. Л., 1940.

Галкина О. И. О восприятии детьми формы при обучении письму и рисованию в первом классе. Сб. «Вопросы детской и общей психологии». М., Изд. АПН РСФСР, 1954.

Галочкина Л. П. Процессы индуктивного изменения чувствительности в различных участках спектра. Сб. «Проблемы физиологической оптики», т. III. М., Изд. АН СССР, 1946.

Гальперин С. И. и А. М. Васюточкин. Курс анатомии и физиологии человека. М. — Л., Учпедгиз, 1950.

Гамаюнов С. Ф. К вопросу о физиологии обоняния. Саратов, 1928.

Гароди Р. Вопросы марксистско-ленинской теории познания. М., ИЛ, 1955.

Гассовский Л. Н. и В. Г. Самсонова. Глаз и пути к повышению эффективности его работы. Сб. работ лаборатории физиологич. оптики Гос. оптич. ин-та. Л., 1934.

Гершуни Г. В. К вопросу о понятии чувствительности анализатора. Тр. совещания по психологии. М., Изд. АПН РСФСР, 1957.

Гинецинский А. Г. и А. В. Лебединский. Основы физиологии человека и животных. М., Медгиз, 1947.

Голубева Н. И. Опыт изучения ориентировки ребенка в пространстве на первом году жизни. «Известия АПН», вып. 86, М., 1956.

Горячева Е. М. О монокулярной локализации объекта в пространстве при изменении угла зрения. Уч. зап. ЛГУ, № 147, 1953.

Грегори В. К. Эволюция лица от рыбы до человека. М. — Л., Биомедгиз, 1934.

Гремяцкий М. А. Анатомия человека. М., Медгиз, 1950.

Гринштейн А. М. Пути и центры нервной системы. М., Медгиз, 1946.

Гузева М. А. К методике исследования функциональной асимметрии условных сосудистых рефлексов у человека. Уч. зап. ЛГУ, № 203, 1955.

Гуревич М. М. Цвет и его измерение. М., Изд. АН СССР, 1950.

Гуртовой Г. К. Распределение освещенности в области сетчатки глаза. Тез. III совещания по физиологической оптике. М., Изд. АН СССР, 1949.

Гуртовой Г. К. Свойства зрения ахроматов. М., Изд. АМН СССР, 1950.

Гуртовой Г. К. Изображение светящейся точки в области сетчатки. Сб. «Проблемы физиологической оптики», т. VIII. М., Изд. АН СССР, 1950.

Гуртовой Г. К. Сферическая аберрация и дифракция в глазе. Сб. «Проблемы физиологической оптики», т. IX. М., Изд. АН СССР, 1950.

Гуртовой Г. К. Реакция на цветность у цветнослепых (ахроматов). Сб. «Проблемы физиологической оптики», т. IX. М., Изд. АН СССР, 1950.

Гуртовой Г. К. и А. Г. Спиркин. Вопросы психофизиологии и ленинская теория отражения. «Философские записки АН СССР», т. V. М., 1950.

Гусев Н. К. Изменение вкусовой чувствительности в связи с динамикой потребности в пище. Тр. Ин-та мозга им. Бехтерева, т. XIII. Л., 1940.

Гусев Н. К. Интеллектуальное опосредование вкусовых ощущений. Тр. Ин-та мозга им. Бехтерева, т. XIII. Л., 1940.

Давыдова А. Н. Переживание боли при различных болевых раздражителях. Тр. Ин-та мозга им. Бехтерева, т. XV. Л., 1947.

Демирчоглян Г. Г. Физиология анализаторов. М., Учпедгиз, 1956.

Дидро Д. Изб. философ. произв. М., Госполитиздат, 1941.

Долин А. И. Новые факты к физиологическому пониманию ассоциаций у человека. Арх. биолог. наук, т. 42. М. — Л., Биомедгиз, 1936.

Драпкина С. Е. Особенности различения расстояния на основе восприятия звука. Сб. «Вопросы детской и общей психологии». М., Изд. АПН РСФСР, 1954.

Драпкина С. Е. Влияние соотношения длительности и громкости звука на его локализацию. Тр. Ин-та мозга им. Бехтерева, т. XV. Л., 1947.

Жинкин Н. И. Механизмы речи. М., Изд. АПН РСФСР, 1958.

Зимкин Н. В. и А. В. Лебединский. Виды и локализация взаимодействия различных элементов зрительного анализатора. Вестник офтальмологии, т. 15, вып. 3—4. М. — Л., Медгиз, 1939.

Зимкин Н. В. Пороги бинокулярного глубинного зрения для различных участков сетчатки. Тр. ВМА им. Кирова. 1941.
Зинченко В. П. Движение глаз и формирование образа. «Вопросы психологии», 1958, № 5.
Зотов А. И. К вопросу о зависимости восприятия цвета от угла зрения Тр. Ин-та мозга им. Бехтерева, т. XIII. Л., 1940.
Зотов А. И. Восприятие красного и зеленого цвета цветоаномалами Тр. Ин-та мозга им. Бехтерева, т. XIII. Л., 1940.
Зотов А. И. О пространственной динамике ахроматического зрения у цветоаномалов. Тр. Ин-та мозга им. Бехтерева, т. XV. Л., 1947.
Зотов А. И. О пространственной динамике цветоощущений у цветоаномалов. Сб. «Вопросы психофизиологии и клиники чувствительности». Тр. Ин-та мозга им. Бехтерева, т. XV. Л., 1947.
Кальсин Ф. Ф. Основные вопросы теории познания. Горький, 1957.
Каничева Р. А. Влияние цвета на восприятие размера. Тр. Ин-та мозга. т. IX. Л., 1939.
Каничева Р. А. О пространственной динамике светлотных соотношений при восприятии под малым углом зрения. Тр. Ин-та мозга им Бехтерева, т. XV. Л., 1947.
Кауфман В. И. Восприятие малых высотных разностей. Тр. Ин-та мозга им. Бехтерева, т. XIII. Л., 1940.
Кауфман В. И. Различение громкости звука. Тр. Ин-та мозга им. Бехтерева, т. XIV. Л., 1947.
Кекчеев Г. Х. Ночное зрение. М., Изд. «Советская наука», 1942.
Кекчеев Г. Х. Интероцепция и проприоцепция и их значение для клиники. М., Медгиз, 1946.
Киреенко. Психология способностей к изобразительной деятельности. М., Изд. АПН РСФСР, 1959.
Киселинчев А. Марксистско-ленинская теория отражения и учение И. П. Павлова о высшей нервной деятельности. М., ИЛ, 1956.
Ковалгин В. М. Проблема ощущений и рефлекторная теория. Минск. Изд. АН БССР, 1959.
Коменский Я. А. Великая дидактика. Избр. пед. соч. М., Учпедгиз. 1955.
Кондильяк. Трактат об ощущениях. М., Соцэкгиз, 1935.
Константинов Ф. Ф. (ред.). Основы марксистской философии. М., Госполитиздат, 1958.
Корнилов К. Н. Учение о реакциях человека М., Госиздат, 1922.
Корнфорт М. Диалектический материализм. М., ИЛ, 1956.
Коробко Б. Г. Глубинное зрение. Симферополь, 1946.
Кравков С. В. Очерк общей психофизиологии органов чувств. М. — Л., Изд. АН СССР, 1946.
Кравков С. В. Взаимодействие органов чувств. М., Изд. АН СССР, 1948.
Кравков С. В. Глаз и его работа, 4-е изд. М. — Л., Изд. АН СССР, 1950.
Кравков С. В. Цветовое зрение. М., Изд. АН СССР, 1951.
Красотина В. С. Асимметрия полей зрения обоих глаз. Уч. зап. ЛГУ, № 185, 1954.
Лазарев П. П. Современные проблемы биофизики. М. — Л., Изд. АН СССР, 1945.
Лапшин О. В. Теория отражения и учение о развитии материи. «Вопросы философии», 1958, № 4.
Левандовский Н. Г. Некоторые проблемы англо-американской инженерной психологии. «Вопросы психологии», 1958, № 5.
Леонов М. А. Очерк диалектического материализма. М., Госполитиздат, 1948.

Леонтьев А. Н. Проблемы развития психики. М., Изд. АПН РСФСР, 1959.
Леонтьев А. Н. и А. В. Запорожец. Восстановление движений. М., Изд. «Советская наука», 1947.
Локк У. Опыт о человеческом разуме. М., 1898.
Ломов Б. Ф. Опыт экспериментального исследования двуручного осязательного восприятия. Уч. зап. ЛГУ, № 185, 1954.
Ломов Б. Ф. К вопросу о физиологическом механизме восприятия рисунка. Материалы совещания по психологии. М., Изд. АПН РСФСР, 1957.
Макаров П. О. Проблемы микрофизиологии нервной системы. М., Медгиз, 1947.
Маккаллок У. С. и У. Питс. Логическое исчисление идей, относящихся к нервной активности. Сб. «Автоматы» под ред. К. Э. Шеннона и Дж. Маккарти. М., ИЛ, 1956.
Мараев В. А. О связи тренировки дифференцировочного торможения с особенностями взаимодействия сигнальных систем у детей. Автореф. дисс. Л., 1953.
Мах Э. Анализ ощущений и отношение физического к психологическому М., 1908.
Мацанова В. А. О монокулярном восприятии глубины. Уч. зап. ЛГУ, № 147, 1953.
Миннарт М. Свет и цвет в природе. М., ИЛ, 1958.
Мирошина-Тонконогая Е. П. Об условных рефлексах зрительного анализатора при монокулярной асимметрии. Уч. зап. ЛГУ, № 185, 1954.
Могендович М. Р. О физиологических основах ощущений. «Вопросы психологии», 1958, № 2.
Нарушение деятельности органов чувств и некоторых других нервных функций при «воздушной контузии». Военно-медицинский сборник МН СССР. 1925.
Небылицын В. Д. Индивидуальные различия в зрительном и слуховом анализаторах по параметру сила — чувствительность. «Вопросы психологии», 1951, № 4.
Неймарк М. С. Слуховые асимметрии в пространственном восприятии звука. Уч. зап. ЛГУ, № 185, 1954.
Нюберг Н. Д. Курс цветоведения. М., Гизлегпром, 1932.
Ойзерман Т. И. Основные ступени процесса познания. М., Изд. «Знание», 1957.
Ойзерман Т. И. Диалектический материализм и гегелевская концепция совпадения диалектики, логики и теории познания. «Вопросы философии», 1958, № 1.
Орбели Л. А. Основные задачи и методы эволюционной физиологии. Сб. «Эволюция функций нервной системы». М., Медгиз, 1958.
Орлов В. В. Диалектический материализм и психофизиологическая проблема. Пермское книжн. изд., 1960.
Осипова В. Н. К вопросу о восприятии ахроматических цветов Тр. Ин-та мозга им. Бехтерева, т. IX. Л., 1939.
Павлов И. П. Двадцатилетний опыт объективного изучения высшей нервной деятельности животных. Полн. собр. соч., 2-е изд., т. III. М. — Л. Изд. АН СССР, 1951.
Павлов И. П. Лекции о работе больших полушарий головного мозга. Полн. собр. соч., т. IV. М. — Л., Изд. АН СССР, 1951.
Павлов Тодор. Теория отражения. М., ИЛ, 1949.
Панцырная Н. Г. Инструментальное осязательное восприятие плоскостных форм. Уч. зап. ЛГУ, № 147, Л., 1953.
Папалекси Н. Д. (ред.). Курс физики, т. II. М., Гостехиздат, 1950

Пинегин Н. И. Минимум энергии, вызывающей цветное зрение. Сб. «Проблемы физиологической оптики», т. III. М., Изд. АН СССР 1946.

Полетаев И. А. Сигнал. М., Изд. «Сов. радио», 1958.

Прессман А. А. О роли предметного действия в формировании зрительного образа у ребенка. Сб. «Проблемы психологии», Изд. ЛГУ, 1948

Прессман А. А. О взаимоотношении зрительного и осязательного восприятия в развитии детского сознания. Материалы университетской психологической конференции. Изд. ЛГУ, 1949.

Пуни А. Ц. Очерки психологии спорта. М., Изд. «Физкультура и спорт», 1959.

Рассел Б. Человеческое познание, его сфера и границы. М., ИЛ, 1957.

Ржевкин С. Н. Слух и речь в свете современных физических исследований. М. — Л., ОНТИ, 1936.

Рубинштейн С. Л. Основы общей психологии. М., Учпедгиз, 1946.

Рубинштейн С. Л. Бытие и сознание. М., Изд. АН СССР, 1957.

Сверлов В. С. Ощущение препятствия и его роль в ориентировке слепых. М., Учпедгиз, 1949.

Сверлов В. С. Ориентировка слепых в пространстве. М., Учпедгиз, 1952

Семенов С. А. Первобытная техника. М., Изд. АН СССР, 1957.

Сепп Е. К., М. Б. Цукер и В. В. Шмидт. Нервные болезни. М., Медгиз, 1950.

Сергеевич О. П. Формирование представлений о пространстве у детей в связи с усвоением элементов геометрии и географии. «Известия АПН», вып. 86, 1956.

Сеченов И. М. Рефлексы головного мозга. Избр. философ. и психол. произв. М., Госполитиздат, 1947.

Сеченов И. М. Предметная мысль и действительность. Избр. философ и психол. произв. М., Госполитиздат, 1947.

Сеченов И. М. Участие органов чувств в работах рук у зрячего и слепого. Избр. философ. и психол. произв. М., Госполитиздат, 1947.

Сеченов И. М. Впечатления и действительность. Избр. философ. и психол. произв. М., Госполитиздат, 1947.

Скороходова О. И. Как я воспринимаю и представляю окружающий мир. М., Изд. АПН РСФСР, 1956.

Слоним А. Д. О взаимоотношениях безусловных и условных рефлексов. Тр. ВММА, т. XVII. М., 1949.

Слюсарев Г. Г. Геометрическая оптика. М., Гостехиздат, 1946.

Соколов Е. Н. Взаимодействие частей парного зрительного анализатора. «Вопросы психологии», 1956, № 5.

Соколов Е. Н. О рефлекторных механизмах рецепции. Тр. совещания по психологии. М., Изд. АПН РСФСР, 1957.

Ставрова Д. А. К исследованию вибрационной чувствительности. Уч. зап. ЛГУ, № 185, 1954.

Стаут Д. Аналитическая психология. М., Госиздат, 1920.

Суворов Н. Ф. К анализу вкусовой рецепции человека методом сосудистых условных рефлексов. «Бюллетень экспериментальной биологии и медицины», 1950, № 12.

Теплов Б. М. Психология музыкальных способностей. М., Изд. АПН РСФСР, 1947.

Теплов Б. М. Некоторые вопросы изучения общих типов высшей нервной деятельности человека и животных. Сб. «Типологические особенности высшей нервной деятельности человека». М., Изд. АПН РСФСР, 1956.

Теплов Б. М. и А. Г. Полякова. Чувствительность к различению и сенсорная память. «Вопросы психологии», 1957, № 1.

Теплов Б. М. и С. П. Яковлева. О законах пространственного и временного смешения цветов. Сб. «Зрительные ощущения и восприятия». М., 1935.
Тих Н. А. К вопросу о генезисе восприятия пространства. «Известия АПН», вып. 86, 1956.
Торнова А. И. Влияние побочных раздражений на изменение вкусовой чувствительности. Тр. Ин-та мозга им. Бехтерева, т. XIII. Л., 1940.
Трегубова Г. Е. К вопросу о двуручном осязательном восприятии у слепых. Уч. зап. ЛГУ, № 185, 1954.
Ухтомский А. А. Принцип доминанты. Собр. соч., т. 1. Изд. ЛГУ, 1950.
Ухтомский А. А. Очерк физиологии нервной системы. Собр. соч., т. IV. Изд. ЛГУ, 1945.
Федоров Н. Т. и В. И. Федорова. Исследование по цветному зрению. «Известия АН СССР», отд. матем. и естеств. наук. М., 1935.
Физиологические основы физической культуры и спорта (под ред. Н. В. Зимкина). М., Изд. «Физкультура и спорт», 1953.
Франк Г. М. и В. А. Энгельгардт. О роли физики и химии в исследовании биологических проблем. «Вопросы философии», 1958, № 9.
Фриш С. Э. и А. В. Тиморева. Курс общей физики, т. III. М., Гостехиздат, 1951.
Харитонов С. А. Основные вопросы физиологии и патологии органа вкуса. «Вестник отоларингологии», 1941, № 1.
Хасхачих Ф. И. Материя и сознание. М., Госполитиздат, 1952.
Черниговский В. Н. Интероцепторы. Тр. ВММА, т. XVII. [illegible]
Чернышевский Н. Г. Антропологический принцип в философии. Полн. собр. соч., т. 7. М., Гослитиздат, 1950.
Шварц Л. А. О явлениях сенсибилизации цветного зрения. Сб. «Проблемы физиологической оптики», т. III. М., Изд. АН СССР, 1946.
Шварц Л. А. К вопросу об уровнях взаимодействия аппаратов цветного зрения. ДАН СССР, т. 59, № 2, 1948.
Шварц Л. А. Влияние тренировки в зрительном узнавании формы объектов на абсолютные пороги зрения. «Вопросы психологии», 1956, № 4.
Шварц Л. А. О стойком повышении абсолютной чувствительности. «Вопросы психологии», 1958, № 5.
Шведова-Охотникова Е. М. Пороги зрительных иллюзий. Уч. зап. ЛГУ, № 147, 1953.
Шифман Л. А. К вопросу о тактильном восприятии формы. Тр. Ин-та мозга им. Бехтерева, т. XIII. Л., 1940.
Шифман Л. А. К проблеме осязательного восприятия формы. Тр. Ин-та мозга им. Бехтерева, т. XIII. Л., 1940.
Эдриан. Основа ощущения. М., ОГИЗ, 1927.
Элтрингем Г. Строение и деятельность органов чувств у насекомых. М. — Л., Биомедгиз, 1934.
Яковлева Н. М. К вопросу о целостности восприятия. Уч. зап. ЛГУ, № 147, 1953.
Ярбус Л. О. О некоторых иллюзиях в оценке видимых расстояний между краями предметов. Сб. «Исследования по психологии восприятия». М., Изд. АН СССР, 1948.
Ярбус Л. О. О некоторых иллюзиях в оценке видимых частей отрезков расстояний. Сб. «Физиологическая оптика», т. IX, 1950.
Ярмоленко А. В. Вкусовое чувство и осязание ртом у слепоглухонемых. Сб. «Проблемы психологии». Изд. ЛГУ, 1948.
Ярмоленко А. В. Развитие обоняния при потере слуха и зрения. Уч. зап. ЛГУ, № 195, 1948.
Ярмоленко А. В. Тактильно-вибраторная чувствительность при потере слуха и зрения. Уч. зап. ЛГУ, № 119, 1949.

Ярмоленко А. В. Развитие сознания при крайнем ограничении сенсорики. Уч. зап. ЛГУ, № 119, 1949.
Bartley S. Vision. New York, 1941.
Boring E. A history of experimental psychology. New York—London, 1929.
Davis H. Hearing, its psychology and physiology. New York. 1938.
Davis H. Hearing and deafness. New York. 1947.
Fechner. Elemente der Psychophysik. Leipzig, 1889.
Fletcher H. Speech and hearing. New York, 1929.
Granit R. Sensory mechanisms of thretina Oxford Univ. Press, 1947.
Helmholtz H. Die Lehre von Tonempfindungen 5 Aufgabe. Leipzig. 1896.
Helmholtz H. Handbuch der physiologischen Optik. Hamburg und Leipzig, 1909—1911.
Henning G. Die Formenwett des Tastsinnes. Haag, 1938—1939.
Ittelson W. and H. Cantril. Perception. New York, 1954.
Katz D. Der Aufbau der Tastwelt. Berlin, 1925.
Köhler W. Gestalt-psychology. New York, 1947.
May M. and A. Lumsdaine. Learning from films. New York, 1958.
Mira y Lopez E. Le psychodiagnostic miokinetique. Rio de Janeiro, 1955.
Parsons J. An introduction to the study of colour vision. Cambridge, 1924.
Pieron H. L'évolution de la sensation lumineuse. Goldon Subulee volume of the American jornal of psychology, 1937.
Pieron H. La sensation guide de vie. Paris, 1945.
Rewesz G. Die Formenwett des Tastsinnes. Haag, 1938—1939.
Seashor H. Speech and hearing. New York, 1929.
Skramlik E. Handbuch der Psychologie der Niederen Sinne, Bd. 1. Leipzig, 1926.
Stevens S. S. Handbook of experimental psychology. New York, London, 1951.
Stumpf C. Tonpsychologie. Leipzig, 1883.
Vernon M. D. Visual perception. New York, 1937.
Wright W. Researches in normal and defective colour vision. London 1946.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение . . . 3

Глава I. Материя и ощущения . . . 13

Глава II. Сенсорная организация человека . . . 66

Глава III. Пороги ощущений и чувствительность . . . 122

Глава IV. Зрительные ощущения . . . 138

Глава V. Слуховые ощущения . . . 202

Глава VI. Вибрационные ощущения . . . 244

Глава VII. Кожно-осязательные (тактильные) ощущения . . . 252

Глава VIII. Температурные ощущения . . . 278

Глава IX. Болевые ощущения . . . 288

Глава X. Мышечно-суставные ощущения (кинестезия) . . . 303

Глава XI. Ощущения равновесия и ускорения (статико-динамические ощущения) . . . 328

Глава XII. Обонятельные ощущения . . . 339

Глава XIII. Вкусовые ощущения . . . 369

Глава XIV. Общеорганические, или внутренностные (интероцептивные), ощущения . . . 403

Глава XV. Ассоциация ощущений . . . 42?

Литература . . .

Борис Герасимович Ананьев

Теория ощущений

Редактор *Г. А. Щербакова*

Техн. редактор *Е. Г. Жукова.* Корректор *Т. А. Жданова*

Сдано в набор 27 X 1960 г. М-07148. Подписано к печати 3 II 1961 г.
Уч.-изд. л. 28,11. Печ. л. 28,5. Бум. л. 14,25. Формат бум. $60 \times 92^1/_{16}$
Тираж 2500 экз. Заказ. 223. Цена 1 р. 84 к.

2-я фабрика детской книги Детгиза Министерства просвещения РСФСР.
Ленинград, 2-я Советская, 7.

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать
315	3 сверху	деятельности	длительности
422	16 „	между внешней и внутренней	связи между внешней и внутренней

Зак. 223.